

#3  
B1-42851



35.G2666

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
YASUO SUDA ) Examiner: Unassigned  
Appln. No.: 09/698,241 ) Group Art Unit: 2851  
Filed: October 30, 2000 )  
For: FOCUS DETECTING DEVICE ) February 21, 2001

Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

RECEIVED  
FEB 28 2001  
Technology Center 2600

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicant hereby claims priority under the International Convention and all rights to which he is entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese priority application:

No. 11-306815 filed October 28, 1999.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our below-listed address.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicant  
Stephen E. Belisle  
Registration No. 46,546

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

SEB\llp

CFG 02666 US  
S.N. 09/698,241  
ATTY. DKT. 35.6 2666

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
in this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1999年10月28日

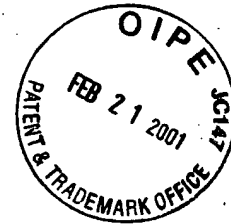
出 願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第306815号

出 願 人  
Applicant (s):

キヤノン株式会社

RECEIVED  
FEB 28 2001  
Technology Center 2600



CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

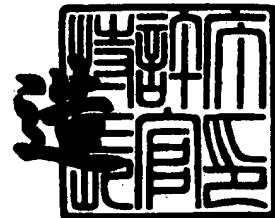
RECEIVED  
FEB 22 2001  
TC 2808 MAIL ROOM

RECEIVED  
FEB 27 2001  
Technology Center 2600

2000年11月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 4032033

【提出日】 平成11年10月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 5/14

【発明の名称】 焦点検出装置と撮像装置

【請求項の数】 9

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 須田 康夫

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

    【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

    【識別番号】 100065385

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 山下 穰平

    【電話番号】 03-3431-1831

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 010700

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9703871

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 焦点検出装置と撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、前記結像レンズの射出瞳の第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記結像レンズの光路中に設けられる前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記結像レンズの光路中に設けられる前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過させ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する演算手段とを備えたことを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 2】 前記結像レンズは、正の第 1 群と、負の第 2 群と、正の第 3 群と、負と正の接合レンズの第 4 群とからなり、前記遮光手段は、前記第 3 群に含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の焦点検出装置。

【請求項 3】 前記遮光手段は、一ポジションで少なくとも 1 つの開口と少なくとも 2 つの開口とを備え、前記複数の開口を切り替えて遮光度合いを変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の焦点検出装置。

【請求項 4】 前記遮光手段は複数枚の遮光板を設け、少なくとも 1 枚は一つの開口部を有し、少なくとも一つは一ポジションで 2 つの開口部を有することを特徴とする請求項 1 に記載の焦点検出装置。

【請求項 5】 前記固体撮像素子は、少なくとも 2 つの光電変換部と、前記光電変換部の電荷を転送する転送スイッチと、前記 2 つの光電変換部の電荷を加算或いは個別に転送するフローティングディフュージョン部と、該フローティングディフュージョン部の電荷を電流変換・増幅して出力線に出力するアンプとを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の焦点検出装置。

【請求項 6】 前記固体撮像素子は、2 つの光電変換部とそれぞれ転送スイッチを介して前記 2 つの光電変換部の光電荷を読み出すアンプとを備え、前記遮光手段の前記第三の領域と前記第四の領域を通過した光束をそれぞれ前記光電変換部で読み出すことを特徴とする請求項 1 に記載の焦点検出装置。

【請求項 7】 固体撮像素子は、マトリクス状に複数個配置され、マトリクス状の前記固体撮像素子の各画素には少なくとも 2 つの光電変換部を備え且つ各画素毎にマイクロレンズを備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の焦点検出装置。

【請求項 8】 結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記結像レンズの光路中に設けられ、前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過させ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する演算手段と、前記複数群の結像レンズの位置を変更可能なズーム機構とを備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】 前記遮光手段は、一ポジションで少なくとも 1 つの開口と少なくとも 2 つの開口とを備え、前記複数の開口を切り替えて遮光度合いを変化させ、前記固体撮像素子は、マトリクス状に複数個配置され、マトリクス状の前記固体撮像素子の各画素には少なくとも 2 つの光電変換部を備え且つ各画素毎にマイクロレンズを備えていることを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フィルムカメラ、デジタルカラーカメラ等に用いられる焦点検出装置及びその焦点検出装置を内蔵した撮像装置の改良に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

デジタルカラーカメラでは、リリースボタンの押下に応動して、CCD や CMOS センサなどの固体撮像素子に被写界像を所望の時間露光し、これより得られた 1 つの画面の静止画像を表わす画像信号をデジタル信号に変換して、YC 処理などの所定の画像信号処理を施して、所定の形式の画像信号を得る。

【0 0 0 3】

撮像された画像を表わすデジタルの画像信号は、それぞれのフレームの画像毎

に、半導体メモリに記録される。記録された画像信号は、随時読み出されて表示または印刷可能な信号に再生され、モニタなどに出力されて表示される。

【0004】

撮像した画像信号をリアルタイムに画像表示する場合には、半導体メモリに格納せずに表示することも可能であり、動画的に随時変化する画像を表示することは可能であるが、静止画を表示しようとする場合には、VRAM等の半導体メモリに画像信号を一時的に格納して、その半導体メモリの画像信号を読み出して、静止画を表示し、液晶ディスプレイ等のモニタに表示する。従って、静止画を複数枚撮像して、後刻に再生・表示したり、印刷プリントしようとする場合には、画像信号をフラッシュメモリやEEPROM等の消去可能なプログラムROMやメモリスティックやメモリカード等を備えて、一時的に格納したVRAMの画像信号を半永久的な半導体メモリやメモリテープ等に格納する構成としている。

【0005】

しかしながら、デジタルカラーカメラにおいて、高画質の画像を取得する場合には、撮像時点でのもっと重要な要素が要求されている。すなわち、撮像時点での焦点検出手段であり、被写体に焦点を合わせたレンズの位置合わせである。

【0006】

従来より、デジタルカラーカメラには、コントラスト検出方式の焦点検出装置が用いられている。コントラスト検出方式とは、撮像光学系によって形成された物体像の先鋭度を、固体撮像素子の出力を所定の関数で評価することによって求め、関数値が極値をとるように、撮像光学系の光軸上の位置を調節するものである。評価関数としては、隣接する輝度信号の差の絶対値を焦点検出領域内で加算するものや、隣接する輝度信号の差の2乗を焦点検出領域内で加算するもの、あるいはR、G、Bの各画像信号について隣接する信号の差を同様に処理するもの等がある。

【0007】

一般に、このようなコントラスト検出方式の焦点検出装置においては、撮像光学系の光軸上の位置を僅かに移動させながら評価関数値を求めていくため、評価関数処理時間が必要になり、合焦するまでの焦点調節に時間がかかるという問題

がある。

【0008】

また、USP 4, 410, 804に開示されているように、一対あるいは二対の受光部を、2次元的に配列したマイクロレンズアレイ毎に設け、このマイクロレンズによって、受光部を撮像光学系の瞳に投影することで、瞳を分割する、いわゆる位相差検出方式の焦点検出装置を組み込んだ撮像装置もある。位相差検出方式とは、撮像光学系の瞳の異なる部分を通過した2光束を用いて、物体像をそれぞれ形成し、二つの物体像間の位置的位相差を撮像素子の出力に基づいて検出し、これを撮像光学系のデフォーカス量に換算するものである。

【0009】

位相差検出方式の焦点検出装置では、デフォーカス量を求めることができるので、コントラスト検出方式に比して、合焦するまでの時間を大幅に短縮することができるという利点がある。

【0010】

このUSP 4, 410, 804に開示されている構造の固体撮像素子にあっては、撮像光学系の瞳の一部分を通った光束で形成される一対あるいは二対の画像を形成するために、マイクロレンズアレイを用いている。各マイクロレンズのパワーは、撮像素子の各受光部を撮像光学系24の射出瞳に投影するように設定され、撮像素子の各受光部と射出瞳とは共役関係にある。

【0011】

このとき、受光部に入射する光量と撮像光学系の絞りの開度との関係を線形にするためには、各受光部の投影像が、撮像光学系の絞り開放時の射出瞳よりも大きくなるような投影倍率を選べばよい。こうすれば、被写体輝度、撮像素子の感度が与えられたときに、フィルムカメラと同様の手法で、絞り値とシャッター速度を算出することができる。すなわち、入射光量が絞りの開口面積に比例するようになり、APEX方式 (Additive System of Photographic Exposure) の演算が成り立つ。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】



ところが、デフォーカスした状態では、分割された瞳の形状がボケ像に重畳するために、大デフォーカスを検知し難いという問題がある。

## 【 0 0 1 3 】

また、この方式におけるデフォーカス量の検出誤差を大きくする他の要因として、マイクロレンズの製造誤差が挙げられる。前述のように、マイクロレンズは受光部を撮像光学系の射出瞳に投影している。仮に、この投影位置が画素でバラバラであると、デフォーカス時の位相シフト量が画素毎に異なることになってしまう。この影響はデフォーカス量が大きいほど深刻である。しかしながら、マイクロレンズは非常に微細であるために、実際にはある程度の製造ばらつきを許容せざるを得ない。

## 【 0 0 1 4 】

したがって、本発明に係る第 1 の目的は、撮像素子への入射光量が、絞りの開口面積におおよそ比例するように構成し、しかも、大デフォーカスを検知することが可能な、撮像装置組込型の位相差検出方式の焦点検出装置を提供することである。

## 【 0 0 1 5 】

本発明に係る第 2 の目的は、光電変換素子に設けるマイクロレンズの製造誤差をある程度許容することが可能な、撮像装置の組込型の位相差検出方式の焦点検出装置を提供することである。

## 【 0 0 1 6 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の焦点検出装置は、結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記撮影レンズに設けられ、前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過させ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する演算手段とを備えたことにより、撮像素子への入射光量が絞りの開口面積におおよそ比例するように成し、しかも、大デフォーカスを検知することが可能な、撮像装置組込型の位相差検出方式

焦点検出装置を実現するものである。

【0017】

さらには、マイクロレンズの製造誤差をある程度許容することが可能な、撮像装置組込型の位相差検出方式の焦点検出装置を実現するものである。

【0018】

また、前記焦点検出装置において、前記結像レンズは、正の第1群と、負の第2群と、正の第3群と、負と正の接合レンズの第4群とからなり、前記遮光手段は、前記第3群に含まれることを特徴とする。また、前記遮光手段は、一ポジションで少なくとも1つの開口と少なくとも2つの開口とを備え、前記複数の開口を切り替えて遮光度合いを変化させることを特徴とする。また、前記遮光手段は複数枚の遮光板を設け、少なくとも1枚は一つの開口部を有し、少なくとも一つは一ポジションで2つの開口部を有することを特徴とする。

【0019】

また、本発明は、撮像装置において、結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記結像レンズの間に設けられ、前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過させ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する演算手段と、前記結像レンズの位置を変更可能なズーム機構とを備えたことを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】

本発明による実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0021】

〔第1の実施形態〕

まず、本発明の第1の実施形態に用いる撮像光学系について説明する。

【0022】

図1は、本発明の撮像光学系の構成図であって、固体撮像素子を用いるデジタルカラーカメラのズーム光学系である。同図の左手側が被写体の物体側、右手が

像面側となっている。同図において、撮像光学系 24 は、レンズ面  $r_1$ ,  $r_2$  を有する負レンズ、レンズ面  $r_3$ ,  $r_4$  を有する正レンズ、レンズ面  $r_5$ ,  $r_6$  を有する正レンズからなる正の第 1 群 ( $grp_1$ )、つぎに、レンズ面  $r_7$ ,  $r_8$  を有する負レンズ、レンズ面  $r_9$ ,  $r_{10}$ ,  $r_{11}$  を有する負と正の接合レンズからなる負の第 2 群 ( $grp_2$ )、絞り ST、レンズ面  $r_{12}$ ,  $r_{13}$  を有する正レンズからなる正の第 3 群 ( $grp_3$ )、レンズ面  $r_{14}$ ,  $r_{15}$ ,  $r_{16}$  を有する負と正の接合レンズからなる第 4 群 ( $grp_4$ ) により構成される。また、F1 は赤外線 (IR) カットフィルター、LPF は光学ローパスフィルター、100 は撮像素子を 2 次元状に配置した撮像面を有する撮像装置、L1 は撮像光学系 24 の光軸である。

【0023】

また、図 1 中に矢印で示すように、ズーミングによって焦点距離が、広角から望遠に向かうに従い、負の第 2 群  $grp_2$  が像面 100 側へ、正の第 4 群  $grp_4$  が被写体の物体側へと相互に反対側に同時に動く。

【0024】

撮像光学系 24 は、図示しないレンズ駆動機構を持ち、モーターとギア列を用いて、負の第 2 群  $grp_2$  を光軸方向に移動させて、物体像が撮像素子 100 上でピントを結ぶように焦点調節する。

【0025】

図 2 は撮像装置 100 の斜視図である。図において、201 は撮像光学系 24 のうち、絞り ST よりも物体側にある第 1 群 ( $grp_1$ ) と第 2 群 ( $grp_2$ ) とをまとめて示した前方レンズ群、202 は撮像光学系 24 のうち、絞り ST よりも像面側にある第 3 群 ( $grp_3$ )、第 4 群 ( $grp_4$ )、光学ローパスフィルター LPF をまとめて示した後方レンズ群であり、絞り ST の開口を通過した光束によって撮像素子 100 上に物体像を形成する。絞り ST は軸 L2 を中心にして回転し、不図示のモーターの駆動力によって、90 度毎に位置する選択的に選択できる 4 つのポジションをとる。また、絞り ST には 204 から 208 で示した 5 つの開口が設けられ、開口 204, 205, 206 は撮像のための開口、開口 207 と 208 は大デフォーカス検出用開口である。

## 【0026】

次に、本発明に用いる撮像素子100について説明する。

## 【0027】

撮像素子100は、増幅型固体撮像装置の1つであるCMOSプロセスコンパチブルの光電変換用センサ（以降、CMOSセンサと略す）である。このタイプのセンサはIEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICE, VOL41, PP452-453, 1994などの文献で発表されている。

## 【0028】

CMOSセンサの特長の1つに、受光部のMOSトランジスタと、垂直・水平走査回路やシェーディング補正回路、クランプ回路或いはA/D変換回路、信号処理回路等の周辺回路のMOSトランジスタを同一工程で形成できるため、マスク枚数、プロセス工程がCCDと比較して大幅に削減できるということが挙げられる。

## 【0029】

この特長を生かし、本発明では1画素に2つの光電変換部を構成し、従来各光電変換部毎に設けていたフローティングディフュージョン領域（以降、FD領域）とソースフォロワンプを、2つの光電変換部に1個だけ形成し、2つの光電変換領域を転送用MOSトランジスタスイッチを介してそのFD領域に接続している。

## 【0030】

したがって、2つの光電変換部の電荷を同時、または、別々にフローティングディフュージョン部へ転送でき、FD領域に接続した転送MOSトランジスタのタイミングだけで、2つの光電変換部の信号電荷の加算、非加算を簡単に行うことができる。この構造を利用して、撮像光学系の射出瞳全体からの光束による光電変換出力を行う第1の出力モードと、撮像レンズの射出瞳の一部からの光束による光電変換出力を行う第2の出力モードとを切り替え可能としている。画素レベルで信号の加算を行う第1の出力モードでは、信号を読み出した後で加算する方式に比べてノイズの少ない信号を得ることができる。

## 【0031】

図 3 は、撮像素子 1 0 0 内のエリアセンサ部の回路構成図である。同図は、2 列×2 行画素の 2 次元エリアセンサを示したものであるが、実際は、図 4 に示すように 1 9 2 0 列×1 0 8 0 行等と画素数を多くし、実用的な解像度を得る。なお、図 4 に示す 6 1 から 6 7 は後述する焦点検出領域である。焦点検出領域を縦型に配置して、被写体のヒトなどの縦長の物体内の輝度分布を捉えやすくしている。

### 【0 0 3 2】

図 3 において、1 および 5 1 は MOS トランジスタゲートとゲート下の空乏層からなるフォトダイオード的な第 1、第 2 光電変換部、2 および 5 2 は図上キャパシタの記号を付したフォトゲート、3 および 5 3 は第 1、第 2 光電変換部 1、5 1 の光電変換による電荷を転送する転送スイッチ MOS トランジスタ、4 はフローティングディフュージョン部 FD の電荷をリセットするリセット用 MOS トランジスタ、5 はフローティングディフュージョン部 FD の電荷をソースフォロワ型で電圧変換して増幅するソースフォロワアンプ MOS トランジスタ、6 は水平走査部 1 6 からのパルス  $\phi S 0$  で画素選択する垂直選択スイッチ MOS トランジスタ、7 はソースフォロワ型で増幅するソースフォロワアンプ MOS トランジスタ 5 の負荷となる負荷 MOS トランジスタ、8 はフローティングディフュージョン部 FD の暗時電荷を転送する暗出力転送 MOS トランジスタ、9 はフローティングディフュージョン部 FD の撮像時の蓄積電荷を明出力とする明出力転送 MOS トランジスタ、1 0 は暗出力転送 MOS トランジスタ 8 のオンにより暗出力を蓄積する暗出力蓄積容量  $C_{TN}$ 、1 1 は明出力転送 MOS トランジスタ 9 のオンにより暗出力を蓄積する明出力蓄積容量  $C_{TS}$ 、1 2 および 5 4 は垂直走査部 1 5 からの制御パルスによってオン／オフする垂直転送 MOS トランジスタ、1 3 および 5 5 は垂直出力線をリセットする垂直出力線リセット MOS トランジスタ、1 4 は明出力と暗出力との差を出力する差動出力アンプ、1 5 は垂直転送 MOS トランジスタ 1 2、5 4 を制御するパルスを出力する垂直走査部、1 6 は第 1、第 2 光電変換部 1、5 1 の電荷を読み出す転送パルス、リセットパルス、トリガパルス、選択パルスを出力する水平走査部である。

### 【0 0 3 3】

図5に受光部（例えば、図3の30-11）の断面図を示す。なお、受光部30-21、30-12、30-22等も同一の構造である。

#### 【0034】

図5において、17はP型ウェル、18、58はゲート酸化膜、19、59は一層目ポリSi、20、50は二層目ポリSi、21は $n^+$ フローティングディフュージョン領域である。また、図3と同一部分には同一番号を付している。例えば、第1、第2光電変換部1、51、フォトゲート2、52、リセット用MOSトランジスタ4、ソースフォロワンプMOSトランジスタ5、垂直選択スイッチMOSトランジスタ6、負荷MOSトランジスタ7である。

#### 【0035】

FD領域21は転送MOSトランジスタ3、53を介して第1光電変換部1および第2光電変換部51と接続される。なお、図5では、第1光電変換部1と第2光電変換部51を離して描いたが、実際にはその境界部は極めて小さく、実用上は第1光電変換部1と第2光電変換部51は接しているとみなして良い。以降、隣接した第1光電変換部と第2光電変換部をひとまとめにして受光部と呼ぶことにする。

#### 【0036】

また、22は特定の波長域の光を透過するカラーフィルター、23は撮像光学系24からの光束を効率的に第1、第2光電変換部に導くためのマイクロレンズである。

#### 【0037】

図6は画素とカラーフィルターの配置を示す平面図である。ここでは4列×4行のみを抜き出して示している。受光部とMOSトランジスタを含む各画素はほぼ正方形にレイアウトされ、格子状に隣接して配置されている。図3を用いて、先に説明した受光部30-21、30-22、30-11、30-12は画素70-11、70-21、70-12、70-22内に位置し、ここではエリアセンサ部72-11、72-21、72-12、72-22として表している。また、各画素70は、受光部30とリセットMOSトランジスタ4と、ソースフォロワンプMOSトランジスタ5、垂直選択スイッチMOSトランジスタ6を含

んでいる。

【 0 0 3 8 】

また、このエリアセンサ部 7 2 は、各画素に R（赤色） G（緑色） B（青色）のカラーフィルター 2 2 を交互に配して、それぞれのカラーフィルター 2 2 上にマイクロレンズ 2 3 を配置し、4 画素が一組となる所謂ベイヤー配列を形成している。ベイヤー配列では、観察者が画像を見たときに強く感じやすい G の画素を R や B の画素よりも多く配置する事で、視覚的に総合的な像性能を上げている。一般に、この方式の撮像素子では、輝度信号は主に G から生成し、色信号は R, G, B から生成する。

【 0 0 3 9 】

前述したように 1 画素はそれぞれ 2 つの光電変換部を有している。図 6 に付した、R, G, B は赤色、緑色、青色のカラーフィルターを備えた光電変換部であることを、R G B に続く 1 あるいは 2 は、第 1 光電変換部か第 2 光電変換部かの区別を表している。例えば、R 1 は赤色カラーフィルターを備えた第 1 光電変換部であり、G 2 は緑色カラーフィルターを備えた第 2 光電変換部を意味する。

【 0 0 4 0 】

さらに、各画素において受光部の占める割合はおおよそ数 1 0 % 程度であって、いわゆる開口度も数 1 0 % 程度となり、撮像光学系 2 4 から射出した光束を有効に利用するためには、各受光部毎に集光用レンズを設けて、受光部以外に到達しようとする光を受光部に偏向することが必要となる。

【 0 0 4 1 】

図 7 はこのために撮像素子前面に設けたマイクロレンズと受光部との位置関係を示す平面図である。マイクロレンズ 7 1 - 1 1 から 7 1 - 4 4 はそれぞれ受光部の中心と光軸とが、おおよそ一致した軸対称型の球面レンズあるいは非球面レンズであって、各々矩形の有効部を持ち、光入射側を凸形状として格子状に密に並べられている。図 8 はこのマイクロレンズを斜めから見た表面状態を表す図である。マイクロレンズは各第 1 光電変換部と第 2 光電変換部とを一对として一つを形成して、X Y マトリクス状に形成されて、被写体の画像を集束して効率よく集光している。

## 【 0 0 4 2 】

次に、このマイクロレンズの作用について詳述する。

## 【 0 0 4 3 】

図 9 はエリアセンサ部の断面図である。撮像光学系 2 4 は図の左側に位置し、撮像光学系 2 4 を射出した光束は、I R カットフィルター F 1、光学ローパスフィルター L P F を通って、先ずマイクロレンズ 7 1 - 1 1、7 1 - 2 1、7 1 - 3 1、7 1 - 4 1 に入射する。各マイクロレンズの後方にはカラーフィルター 2 2 G、R、G、R が配置され、ここで所望の波長域のみが選択されて、受光部 7 2 - 1 1 から 7 2 - 4 1 の各受光部に到達する。カラーフィルター 2 2 は図 6 を用いて説明したようにベイヤー配列を構成しており、R G B の 3 種がある。また、ベイヤー配列であることから、断面に現れるのはこのうちの 2 種であって、2 2 G が緑色透過カラーフィルター、2 2 R が赤色透過カラーフィルターである。また、他の列方向又は行方向の断面には、2 2 G が緑色透過カラーフィルター、2 2 B が青色透過カラーフィルターが配置されている。

## 【 0 0 4 4 】

各マイクロレンズの拡大率であるパワーは、撮像素子の各受光部を撮像光学系 2 4 の射出瞳に投影するように設定されている。このとき、各受光部の投影像が撮像光学系の絞り開放時の射出瞳よりも大きくなるように投影倍率を設定し、受光部に入射する光量と撮像光学系の絞り S T の開度との関係をおおよそ線形にする。こうすれば、被写体輝度、撮像素子の感度が与えられたときに、フィルムカメラと同様の手法で絞り値とシャッター速度を算出することができる。つまり、入射光量が絞りの開口面積に比例するようになり、A P E X 方式の演算が成り立つ。フィルムカメラと同じように一般の露出計を用いて露光量を算出することができて、撮影操作は極めて容易である。また、こうして A P E X 方式の演算も簡易となり、演算処理時間も少なくて済み、撮像装置組込型の位相差検出方式による焦点検出装置として次のことを含めて提供できる。

## 【 0 0 4 5 】

また、焦点検出のための光束が絞り S T の開度に応じて変化するために、撮像光束と焦点検出光束は常に一致し、合焦検出結果は収差レベルで撮像光学系の実



際の最良解像位置によく合致すると言う利点がある。撮像光学系 24 によって形成された物体像がマイクロレンズ上に位置するとき、撮像素子 100 から得られる画像は最もシャープになる。

## 【0046】

なお、撮像光学系 24 は主光線の撮像素子への入射角が 0 度となるようにテレセントリック系とするのがマイクロレンズによる瞳投影精度の点で望ましいが、小型化、ズーム比の高倍率化の要求から完全なテレセントリック系にならない場合もある。この際には、マイクロレンズと受光部とを僅かに偏心させ、偏心量を撮像光学系の光軸から受光部までの距離の関数とすればよい。一般には、この偏心量を距離に応じて単調に増加させれば、画面周辺の受光部も撮像光学系 24 の射出瞳上に正しく投影できるようになる。

## 【0047】

図 10 (a), (b) はマイクロレンズの焦点検出機能としての役割の理解を容易にするために、図 9 に示した受光部 72-11 について、第 1 光電変換部に入射する光束と、第 2 光電変換部に入射する光束のそれぞれを分けて示した図である。図 10 (a), (b) で、マイクロレンズ 71-11 とカラーフィルター 22G とは同一で、第 1 光電変換部 G1 と第 2 光電変換部 G2 とを示している。第 1 光電変換部に入射する光束を示す図 10 (a) では、図の下方からの光束が第 1 光電変換部 G1 に入射し、第 2 光電変換部に入射する光束を示す図 10 (b) では、図の上方からの光束が第 2 光電変換部 G2 に入射していることが分かる。

## 【0048】

したがって、撮像素子全体では第 2 光電変換部に入射する光束は図 11 に示すようになる。エリアセンサ部 100 のいずれの位置に入射する光束も、絞り ST の上半分を通過する光束である。一方、エリアセンサ部 100 の撮像素子全体の第 1 光電変換部に入射する光束は撮像レンズの光軸 L1 を対称軸として上下を反転したものとして考えればよい。すなわち、射出瞳の分割の様子は、図 12 のようになる。図において、210 は絞り ST が図 2 における開放状態 204 の時の撮像光学系 24 の射出瞳であって、絞り ST の開口 204 を後方レンズ群 202

を通して見た虚像である。また、図上下側の 2 1 1 は撮像素子 1 0 0 の第 1 光電変換部に入射する光束が通過する射出瞳上の第一の領域、図上上側の 2 1 2 は撮像素子 1 0 0 の第 2 光電変換部に入射する光束が通過する射出瞳上の第二の領域である。

## 【 0 0 4 9 】

また、図 1 2 の 2 1 5, 2 1 6 は絞り S T を絞り込んだときの射出瞳であって、図 2 に示した絞り S T の開口 2 0 5, 2 0 6 を後方レンズ群 2 0 2 を通して見た虚像である。絞り S T を絞り込んだときは、開口 2 0 7, 2 0 8 の場合に示すように、第一の領域 2 1 1 と第二の領域 2 1 2 のそれぞれが絞り込みの状態に応じて小さくなるが、第 1 光電変換部から得られた画像信号と第 2 光電変換部から得られた画像信号は、何れも撮像光学系 2 4 の射出瞳をほぼ 2 分割した半光束から形成される。

## 【 0 0 5 0 】

以上のような光学系にあっては、例えば撮像素子 1 0 0 よりも手前に物体像が焦点を結ぶように形成されているとき、射出瞳の上側を通る半光束は撮像素子 1 0 0 上で下側にシフトし、射出瞳の下側を通る半光束は上側にシフトする。つまり、撮像光学系 2 4 の瞳の半分ずつを通った光束で形成される一对の画像信号は物体像の結像状態に応じて図 6, 図 7, 図 9 の上下方向に位相がシフトしたものとなる。

## 【 0 0 5 1 】

撮像素子を用いて画像情報を取り込む場合、その離散的な像のサンプリングに起因して、物体上の空間的輝度分布の高周波成分に対して、その周波数とは別の低周波の「折り返しノイズ」と呼ばれるノイズ画像が発生する。これはデジタルカラーカメラでは、いわゆる「色モワレ」となる。さらに、撮像素子の出力を用いて位相差検出方式の焦点検出を行う際には、この「折り返しノイズ」があると物体像の位相情報が画像出力に正しく反映されないことから、デフォーカス量の検出精度を劣化させる。

## 【 0 0 5 2 】

ここで用いる撮像素子 1 0 0 の画素のピッチを P とすると、図 1 3 に示すよう

に、緑色透過カラーフィルター（G）を備えた画素のピッチは上下左右方向にそれぞれ  $2P$ 、対角方向に  $\sqrt{2}P$ 、また、青色透過カラーフィルター（B）を備えた画素のピッチと赤色透過カラーフィルター（R）を備えた画素のピッチは上下左右方向にそれぞれ  $2P$ 、対角方向に  $2\sqrt{2}P$  である。さらに、焦点検出に用いる縦方向の G 同士間、B 同士間、R 同士間の画素ピッチはいずれも  $2P$  である。

## 【0053】

仮にピッチ  $P = 0.01 \text{ mm}$  と想定し、上下左右方向に対して考えると、ナイキスト周波数  $\nu_n$  は  $\nu_n = 1 / (2 \times 2P) = 25$  である。一方、撮像素子 100 のレスポンス特性は、R、G、B 共に図 14 に示すようになる。同図において、横軸が空間周波数（本/mm）、縦軸がレスポンスであり、レスポンスがナイキスト周波数を越えた高周波側の持ち上がりが「折り返しノイズ」である。

## 【0054】

こういった不具合を防ぐために、物体の高周波成分が光学像レベルで撮像素子に至らないようにする必要がある。「折り返しノイズ」の発生を抑えるために、水晶より成る光学ローパスフィルター LPF を撮像光学系 24 と撮像素子 100 との間に配置し、ナイキスト周波数  $\nu_n$  で、結像レンズの MTF (Modulation Transfer Function, 変調伝達関数) が 0 に近づくように、光学ローパスフィルター LPF の特性を設定すれば、ほぼこの目的は達せられる。

## 【0055】

ただし、水晶の複屈折特性を利用した光学ローパスフィルター LPF では、必ずしもナイキスト周波数  $\nu_n$  で MTF が 0 になるとは限らないので、焦点検出のために有害な高い周波数成分を取り込むこともある。しかしながら、R と B の像のサンプリングは半ピッチシフトしていること、G については R と B の関係のように半ピッチシフトした系列があることから、R、B、それに G の 2 つの系列のそれぞれに焦点検出出力を求め、これらを平均すれば、十分な焦点検出精度を得ることが可能である。

## 【0056】

さらには、ピント（焦点）が合っているときには、一对の信号に均等に位相エ

ラーが乗るため、この現象が生じても焦点検出誤差にはならない。このことは、仮に一つの焦点検出出力しか得られず、平均することができなかった場合でも、最終的なピントだけは保証できることを意味している。

【 0 0 5 7 】

また、このような光学ローパスフィルターの特性として、平行平板である光学ローパスフィルター L P F に入射した一本の光線は、二本に分離した平行光線として射出する。入射光と射出光が平行であれば、マイクロレンズによる各受光部の撮像光学系 2 4 の射出瞳への投影は 2 P 程度のボケを生じるだけで、實際上問題にならない。

【 0 0 5 8 】

なお、光学ローパスフィルターに入射した一本の光線が、拡散して射出するタイプの光学ローパスフィルターも知られているが、このタイプでは入射光と射出光が平行でないので、マイクロレンズによる各受光部の撮像光学系 2 4 の射出瞳への投影は大きく崩れてしまい、焦点検出系は機能しない。

【 0 0 5 9 】

図 1 5 は、撮像素子 1 0 0 の周辺回路を含む内部構成を示したブロック図である。撮像素子 1 0 0 内には、タイミング発生部 1 0 1、エリアセンサ部 1 0 2、画素の出力を選択する垂直走査部 1 0 3 および水平走査部 1 0 4、アナログ信号処理部 1 0 5、アナログ／デジタル変換を行う A / D 変換部 1 0 6、デジタル化された信号を出力信号に変換するデジタル信号処理部 1 0 7、デジタル画像信号を外部に出力し、また外部からのコマンドデータを受け取るインターフェイス（ I F ）部 1 0 8 が設けられている。

【 0 0 6 0 】

図 1 5 において、エリアセンサ部 1 0 2 は上述した C M O S センサである。図 3 に示す第 1、第 2 光電変換部を有して 1 つのソースフォロワ型のソースフォロワアンプ M O S トランジスタ 5 を備えている。

【 0 0 6 1 】

また、タイミング発生部 1 0 1 は、外部からの基準周波数であるマスタークロックを元に、各画素で光電変換された画像信号を読み出すためのタイミング信号

を発生し、垂直および水平走査部 103, 104 が、このタイミング信号に従って所要の走査制御を行って、各画素内で光電変換された電荷を読み出す。なお、タイミング発生部 101 から垂直同期信号と水平同期信号を外部に出力し、撮像素子外でタイミング信号が必要なシステム用に、同期信号を供給する。

【0062】

また、アナログ信号処理部 105 はエリアセンサ部 102 から読み出された画像信号をノイズ低減処理、増幅処理、ガンマ処理、クランプ処理して A/D 変換部 106 に出力するためのものである。A/D 変換部 106 はこの画像信号をデジタル信号に変換して出力し、デジタル信号処理部 107 は、A/D 変換部 106 にてデジタル変換された画像信号を画像 RAM メモリ等を用いて表示可能な画像信号に処理して、インターフェイス部 108 に出力する。

【0063】

また、インターフェイス部 108 はデジタル信号処理部 107 から出力されるデジタル画像信号を撮像素子 100 の外部に出力する。

【0064】

また、撮像素子 100 は、外部からコマンド対応で撮像素子 100 のモードや出力信号形態、信号出力タイミングなどをコントロールでき、外部からインターフェイス部 108 に所要のコマンドを与えると、インターフェイス部 108 が受けたコマンド対応の制御を行うように、例えば焦点検出のためにエリアセンサ部 102 への読み出しタイミングの制御のため垂直および水平走査部 103, 104 を制御等の各構成要素を制御する。

【0065】

撮像素子 100 は撮像レンズの射出瞳全体からの光束による光電変換出力を行う第 1 の出力モードと、撮像レンズの射出瞳の一部からの光束による光電変換出力を行う第 2 の出力モードとを切り替え可能である。

【0066】

次に、焦点検出用の画像出力について説明する。図 9, 図 10, 図 11 を用いて説明したように、焦点検出用画像は第 2 の出力モードによって形成された一对の物体像を実質的に同一タイミングで光電変換し、第 1 の光電変換部からの画像

信号と第 2 光電変換部からの画像信号とに分けて独立に出力したものである。

【 0 0 6 7 】

焦点検出領域に投影されている物体像がデフォーカスしていると、これらの画像信号は瞳の分割方向に位相がシフトしたものとなる。したがって、焦点検出領域を撮像光学系の瞳の分割方向を長手方向とした長方形にすれば、長く連続した画像信号を用いて位相シフト量を検出することとなって、よりシフト量検出の正確さを増すことができる。

【 0 0 6 8 】

焦点検出用画像を簡単に得るため、先に説明したデジタル信号処理部 1 0 7 のコマンドの一つとして出力位置指定コマンドを用意する。図 1 6 に信号処理 1 0 7 e, ..., n として示したのが出力位置指定コマンドであって、エリアセンサ部 1 0 2 の撮像領域のうち、図 4 に示した垂直方向に長方計の焦点検出領域 6 1 から 6 7 の何れか、あるいは、これらの組み合わせを指定する。また、あらかじめ定められた焦点検出領域から選択するのではなく、トラックボールなどのポインティングデバイスを用意することにより、操作制御部に備えた CPU に指示を出すことにより、CPU の制御機能により、数 1 0 0 程度の焦点検出領域から幾つかを任意に指定するようにしてもよい。

【 0 0 6 9 】

その指定された特定領域を含むラインについては、焦点検出用として電荷蓄積レベルが最適化された画像を出力するように構成する。焦点検出領域内で適切な信号レベルを得るため、焦点検出領域別に、図 2 に示した絞りと共に、電子シャッタ設定を行う。CCD 型の撮像素子は全ての画素の電荷蓄積時間が同じであるが、撮像素子 1 0 0 は CMOS センサの特長を生かして、画素単位、あるいはライン単位、あるいはブロック単位での読み出しを行う構造をとることが容易にでき、さらに、蓄積時間の始まりと終りを単位毎に異ならせることができる。ここでは垂直ライン単位に電荷蓄積時間を変えるものとし、焦点検出領域内の画像が A/D 変換レンジを有効に使えるようにする。

【 0 0 7 0 】

図 1 7 を用いて電子シャッタ機能を説明する。画面を図 1 7 ( a ) のように垂

直ライン順次で画素を読み出す場合は、図 1 7 (b) に示すように、まず最初の 1 列に各画素に蓄積されている無効電荷を、上向き矢印で示す画素リセット時にリセットし、有効蓄積動作を開始する。斜線で示す時の一定時間経過の後に下向き矢印で示す画素読み出し時に画素を読み出して、次段の信号処理部に画像信号を与える。次に 2 列、3 列、. . . と同様に走査される。有効蓄積動作は、垂直ライン毎にタイミングが異なるが、蓄積時間は実質的に同一である。

## 【 0 0 7 1 】

画面全体について、電荷蓄積時間を短くする場合は、図 1 7 (c) に示すように無効電荷をリセットする画素リセットのタイミングを、時間的に後ろにずらすことで、有効蓄積動作時間を短縮でき、電子シャッタ動作がなされる。この動作は、インターフェイス部 1 0 8 が受けた電子シャッタコマンドで、タイミング発生部 1 0 1 のモードを切り替えればよい。

## 【 0 0 7 2 】

また、垂直ライン単位で有効蓄積動作時間を設定する場合は、図 1 7 (d) のようになる。図 1 7 (d) は、仮に焦点検出領域が 2 列目にあるとして、2 列目の信号レベルを適切にすべく有効蓄積時間を他のラインとは異ならせた例である。

## 【 0 0 7 3 】

なお、このようにして得られた焦点検出用画像は、前述のように第 2 の出力モードによる半光束ずつの一对の画像であって、しかも、他のラインとは蓄積時間が異なるものとなるが、信号処理上これらを加算して、さらに蓄積時間の差を打ち消すようなゲインを掛ければ、他のラインと同一条件の情報を信号処理上で簡易的に作成することができる。したがって、撮像した画像をモニターに表示する場合には、このような処理を加えることによって、焦点検出を行いつつ、画面全体の情報を得ることが可能である。

## 【 0 0 7 4 】

では次に、図 5，図 3 に戻って、撮像素子の電荷蓄積動作の詳細を述べる。

## 【 0 0 7 5 】

まず、フォトゲート 2，5 2 の下に空乏層を拡げるため制御パルス  $\phi PG_{00}$  (

奇数行),  $\phi PG e_0$  (偶数行) に正の電圧を印加する。FD部 2 1 は蓄積中、ブルーミング防止のため制御パルス  $\phi R_0$  をハイにして電圧  $V_{DD}$  に固定しておく。光子  $h\nu$  が照射されフォトゲート 2, 5 2 の下でキャリアが発生すると、フォトゲート 2, 5 2 の下の空乏層中に電子が蓄積されていき、正孔は P 型ウェル 1 7 を通して排出される。

## 【0076】

光電変換部 1 と FD 部 2 1 の間には転送 MOS トランジスタ 3 によるエネルギー障壁が、光電変換部 5 1 と FD 部 2 1 の間には転送 MOS トランジスタ 5 3 によるエネルギー障壁がそれぞれ形成されている。このため、光電荷蓄積中は電子はフォトゲート 2, 5 2 の下に存在する。この後、水平走査部 1 6 を走査させ、同様に他行の光電変換部 1、光電変換部 5 1 に電荷蓄積動作を行えば、全光電変換部について電荷の蓄積が成される。

## 【0077】

読み出し状態になると転送 MOS トランジスタ 3 あるいは 5 3 下の障壁をなくし、フォトゲート 2 や 5 2 の下の電子を FD 部 2 1 へ完全に転送させる様に制御パルス  $\phi PG_{00}$ ,  $\phi PG e_0$ 、制御パルス  $\phi TX_{00}$ ,  $\phi TX e_0$  を設定する。

## 【0078】

(第 2 の出力モード動作)

図 1 8 のタイミングチャートを用いて撮像素子の読み出し動作を説明する。このタイミングチャートは、2 つの光電変換部を独立に出力する第 2 の出力モードの場合であって、焦点検出用画像の読み出しに用いる。

## 【0079】

まず、水平走査部 1 6 からのタイミング出力によって、制御パルス  $\phi L$  をハイとして水平出力線を基準電位点  $V_{ss}$  に落としてリセットする。また、制御パルス  $\phi R_0$ ,  $\phi PG_{00}$ ,  $\phi PG e_0$  をハイとし、リセット用 MOS トランジスタ 4 をオンとし、フォトゲート 2 の一層目ポリ  $Si 1 9$  をハイとしておく。

## 【0080】

時刻  $T_0$  において、制御パルス  $\phi S_0$  をハイとし、選択スイッチ MOS トランジスタ 6 をオンさせ、受光部 3 0 - 1 1 を選択する。次に制御パルス  $\phi R_0$  をロ



ーとし、FD領域21のリセットを止め、FD領域21をフローティング状態とし、ソースフォロワンプMOSトランジスタ5のゲート・ソース間をスルーとした後、時刻 $T_1$ において制御パルス $\phi_{TN}$ をハイとし、FD領域21の暗電圧をソースフォロワ動作で蓄積容量 $C_{TN10}$ に出力させる。

## 【0081】

次に、第1光電変換部の光電変換出力を行うため、第1光電変換部の制御パルス $\phi_{TX00}$ をハイとして転送スイッチMOSトランジスタ3を導通した後、時刻 $T_2$ において制御パルス $\phi_{PG00}$ をローとして下げる。この時フォトゲート2の下に拡がっていたポテンシャル井戸を上げて、光発生キャリアをFD領域21に完全転送させるような電圧関係が好ましい。

## 【0082】

時刻 $T_2$ でフォトダイオードの光電変換部1からの電荷がFD領域21に転送されることにより、FD領域21の電位が光に応じて変化することになる。この時ソースフォロワンプMOSトランジスタ5がフローティング状態であるので、FD領域21の電位を時刻 $T_3$ において制御パルス $\phi_{TS}$ をハイとして蓄積容量 $C_{TS11}$ に出力する。この時点で第1光電変換部の暗出力と光出力はそれぞれ蓄積容量 $C_{TN10}$ と $C_{TS11}$ に蓄積されており、時刻 $T_4$ の制御パルス $\phi_{HC}$ を一時ハイとして垂直出力線リセットMOSトランジスタ13と55を導通して垂直出力線をリセットし、垂直転送期間において垂直走査部15の走査タイミング信号により垂直信号線にMOSスイッチ12, 54をオンして、画素の暗出力と光明出力を出力させる。蓄積容量 $C_{TN10}$ と $C_{TS11}$ の出力は、差動増幅器14によって、差動出力 $V_{OUT}$ を取れば、画素のランダムノイズ、固定パターンノイズを除去したS/Nの良い画像信号が得られる。

## 【0083】

なお、受光部30-12の光電荷は、受光部30-11と同時に夫々の蓄積容量 $C_{TN}$ と $C_{TS}$ に蓄積されるが、その読み出しは垂直走査部15からのタイミングパルスを1受光部分遅らせて、垂直出力線に読み出して差動増幅器14から出力される。この走査を繰り返して、時系列に異なる時間にそれぞれの光電変換部に応じた画像信号を得ることができる。1受光部分のタイミングパルスの差である

ので、両者の蓄積時間は実質的に同一とみなせる。

【0084】

次に、蓄積容量  $C_{TS11}$  に明出力を出力した後、制御パルス  $\phi R_0$  をハイとして、リセット用 MOS トランジスタ 4 を導通し FD 領域 21 を電源  $V_{DD}$  にリセットする。

【0085】

第 1 光電変換部の垂直転送が終了した後、第 2 光電変換部の読み出しを行う。第 2 光電変換部の読み出しは、制御パルス  $\phi R_0$  をローとし、FD 領域 21 のリセットを止め、FD 領域 21 をフローティング状態とし、ソースフォロワアンプ MOS トランジスタ 5 のゲート・ソース間をスルーとした後、時刻  $T_5$  において制御パルス  $\phi T_N$  をハイとし、FD 領域 21 の暗電圧をソースフォロワ動作で蓄積容量  $C_{TN10}$  に出力させる。

【0086】

第 2 光電変換部の光電変換出力を行うため、第 2 光電変換部の制御パルス  $\phi T_{Xe0}$  をハイとして転送スイッチ MOS トランジスタ 53 を導通した後、時刻  $T_6$  において制御パルス  $\phi PGe_0$  をローとして下げる。

【0087】

時刻  $T_6$  でフォトダイオードの光電変換部 2 からの電荷が FD 領域 21 に転送されることにより、FD 領域 21 の電位が光に応じて変化することになる。この時ソースフォロワアンプ MOS トランジスタ 5 がフローティング状態であるので、FD 領域 21 の電位を時刻  $T_7$  において制御パルス  $\phi T_S$  をハイとして蓄積容量  $C_{TS11}$  に出力する。この時点で第 2 光電変換部の暗出力と光出力はそれぞれ蓄積容量  $C_{TN10}$  と  $C_{TS11}$  に蓄積されており、時刻  $T_8$  の制御パルス  $\phi HC$  を一時ハイとして垂直出力線リセット MOS トランジスタ 13 と 55 を導通して垂直出力線をリセットし、垂直転送期間において垂直走査部 15 の走査タイミング信号により垂直出力線に画素の暗出力と光出力を出力させる。この時、蓄積容量  $C_{TN10}$  と  $C_{TS11}$  の差動増幅器 14 によって、差動出力  $V_{OUT}$  を得る。

【0088】

以上の駆動により、第 1、第 2 光電変換部の読み出しが夫々独立に行える。

## 【0089】

この後、水平走査部16を走査させ、同様に読み出し動作を行えば、1フレーム分の全光電変換部の独立出力が得られる。即ち、次の列の場合は、まず制御パルス $\phi S_1$ をハイとし、次に $\phi R_1$ をローとし、続いて制御パルス $\phi T_N$ 、 $\phi TX_{01}$ をハイとし、制御パルス $\phi PG_{01}$ をロー、制御パルス $\phi T_S$ をハイ、制御パルス $\phi HC$ を一時ハイとして受光部30-21、30-22の第1光電変換部の信号を読み出す。続いて、制御パルス $\phi TXe_1$ 、 $\phi PGe_1$  および上記と同様に制御パルスを印加して、受光部30-21、30-22の第2光電変換部の信号を読み出す。

## 【0090】

1画素の2つの光電変換部にそれぞれソースフォロワを設けず、2つの光電変換部に1つのソースフォロワを設けたことにより、ソースフォロワアンプMOSトランジスタ5、選択スイッチMOSトランジスタ6、リセットMOSトランジスタ4を従来の半分にすことができる。これにより、画素の光電変換部の開口率が向上し、画素の集積化による微細化が実現できて、焦点検出のために利用することが極めて容易となる。また、FD領域21を2つの光電変換部で共有化させることにより、ソースフォロワアンプMOSトランジスタ5のゲート部分の容量を増やさず済むため、感度の低下を防ぐことができる。

## 【0091】

## (第1の出力モード動作)

次に、第1および第2の光電変換部の信号をFD領域21において加算することにより、対物レンズの全瞳からの光束に基づく信号を出力する第1の出力モードについて説明する。この動作モードは通常の撮像素子での画像出力に相当する。

## 【0092】

第1および第2の光電変換部の信号を加算する場合のタイミングチャートを図17に示す。非加算モードの図18では制御パルス $\phi TX_{00}$ と制御パルス $\phi TXe_0$ 、制御パルス $\phi PG_{00}$ と制御パルス $\phi PGe_0$ のタイミングをずらしていたが、この第1の出力モードによる加算の場合は同じタイミングとする。即ち、受

光部 3 0 - 1 1 の第 1 光電変換部と第 2 光電変換部とから同時に読み出すために、まず制御パルス  $\phi T_N$  をハイとして水平出力線からノイズ成分を読み出し、制御パルス  $\phi T X_{00}$  と制御パルス  $\phi T X e_0$  を、および制御パルス  $\phi P G_{00}$  と制御パルス  $\phi P G e_0$  を、夫々同時にハイ、ローとして、FD 領域 2 1 に転送する。これにより、同時刻に上下 2 つの光電変換部の信号を FD 領域 2 1 で加算することが可能となる。画素レベルでの信号の加算であるため、アンプノイズの影響を受けず、信号読み出し後の加算では得られない高 S/N の画像となる。

## 【 0 0 9 3 】

以上のように、図 1 8 のタイミングによる読み出しによれば撮影レンズの焦点検出を行うための焦点検出用画像を、図 1 9 のタイミングによれば全光束を用いた通常の画像を出力することができる。すなわち、撮像レンズの射出瞳全体からの光束による光電変換出力を行う第 1 の出力モードと、撮像レンズの射出瞳の一部からの光束による光電変換出力を行う第 2 の出力モードとを切り替え可能である。

## 【 0 0 9 4 】

第 1 の出力モードによれば、不自然な像のボケが生じることはなく、元々撮像光学系の瞳の全光束を使った画像を得るように設計された撮像素子で得られる画像と同レベルの S/N 的に優れた高品位画像を得ることができる。

## 【 0 0 9 5 】

## (焦点検出信号処理)

さて、焦点検出のための信号処理について説明する。図 2 0 は図 4 に示した焦点検出領域 6 1 の拡大図である。他の焦点検出領域 6 2, 6 3, 6 4, 6 5, 6 6, 6 7 も同様の構造である。図 2 1 から図 2 8 は図 1 5 によって説明したインターフェイス部 1 0 8 から出力された画像のデジタル信号を表す検出特性グラフ図である。

## 【 0 0 9 6 】

図 2 0 に示すように、焦点検出領域 6 1 は 1 2 個の受光部で構成された画素列を 2 組備えている。画素列 8 2 は受光部 8 0 - 1, 8 0 - 2, ..., 8 0 - 1 2 で構成され、画素列 8 3 は受光部 8 1 - 1, 8 1 - 2, ..., 8 1 - 1 2 で構成され

ている。エリアセンサ部 1 0 2 のカラーフィルタはベイヤー配列をなしている  
ので、各画素列には 2 種類のカラーフィルタが交互に配列されることになる。  
そこで、焦点検出のために、各画素列をカラーフィルタの種類で分類し、さら  
に、それぞれから、第 1 光電変換部からの信号と第 2 光電変換部からの信号とからなる 1 対の画像信号を生成する。したがって、焦点検出領域 6 1 からは画素列  
8 2 の G 1, G 2, R 1, R 2、画素列 8 3 の G 1, G 2, B 1, B 2 というそれぞれ全部で 4 対の画像信号ができる。なお、前述のように一つの焦点検出領域  
については実質的に一律の蓄積時間とする。

## 【0 0 9 7】

図 2 1 から図 2 4 はこの 4 対の画像信号を示している。

## 【0 0 9 8】

図 2 1 は画素列 8 2 のうち緑色カラーフィルタを備えた受光部 8 0－1, 8  
0－3, …, 8 0－1 1 からの画像信号で、8 4 は G 1 で示した第 1 光電変換部  
の信号、8 5 は G 2 で示した第 2 光電変換部の信号である。

## 【0 0 9 9】

図 2 2 は画素列 8 3 のうち緑色カラーフィルタを備えた受光部 8 1－2, 8  
1－4, …, 8 1－1 2 からの画像信号で、8 6 は G 1 で示した第 1 光電変換部  
の信号、8 7 は G 2 で示した第 2 光電変換部の信号である。

## 【0 1 0 0】

図 2 3 は画素列 8 2 のうち赤色カラーフィルタを備えた受光部 8 0－2, 8  
0－4, …, 8 0－1 2 からの画像信号で、8 8 は R 1 で示した第 1 光電変換部  
の信号、8 9 は R 2 で示した第 2 光電変換部の信号である。

## 【0 1 0 1】

図 2 4 は画素列 8 3 のうち青色カラーフィルタを備えた受光部 8 1－1, 8  
1－3, …, 8 1－1 1 からの画像信号で、9 0 は B 1 で示した第 1 光電変換部  
の信号、9 1 は B 2 で示した第 2 光電変換部の信号である。

## 【0 1 0 2】

これらは、撮像光学系 2 4 によって焦点検出領域 6 1 上に成された物体像が、  
オレンジ色と黄色の濃淡である場合の例で、図 2 1 と図 2 2 に示した緑色のコン

トラストが高く、図 2 3 に示した赤色は低コントラストであるものの強度は強く、さらに、図 2 4 に示した青色はコントラストも強度も低くなっている。図は物体像がデフォーカスした状態を示し、矢印 A, B で示すように第 1 光電変換部の信号と第 2 の光電変換部の信号とは位相がシフトしていることが分かる。

【 0 1 0 3 】

また、図 2 5 から図 2 8 は物体像にピントがあった状態での信号であり、図 2 1 から図 2 4 に示した撮像光学系 2 4 の第 2 群 g r p 2 の移動によって、それぞれ変化する様子を表している。

【 0 1 0 4 】

図 2 5 は画素列 8 2 のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部 8 0 - 1, 8 0 - 3, ..., 8 0 - 1 1 からの画像信号で、1 8 4 は G 1 で示した第 1 光電変換部の信号、1 8 5 は G 2 で示した第 2 光電変換部の信号である。

【 0 1 0 5 】

図 2 6 は画素列 8 3 のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部 8 1 - 2, 8 1 - 4, ..., 8 1 - 1 2 からの画像信号で、1 8 6 は G 1 で示した第 1 光電変換部の信号、1 8 7 は G 2 で示した第 2 光電変換部の信号である。

【 0 1 0 6 】

図 2 7 は画素列 8 2 のうち赤色カラーフィルターを備えた受光部 8 0 - 2, 8 0 - 4, ..., 8 0 - 1 2 からの画像信号で、1 8 8 は R 1 で示した第 1 光電変換部の信号、1 8 9 は R 2 で示した第 2 光電変換部の信号である。

【 0 1 0 7 】

図 2 8 は画素列 8 3 のうち青色カラーフィルターを備えた受光部 8 1 - 1, 8 1 - 3, ..., 8 1 - 1 1 からの画像信号で、1 9 0 は B 1 で示した第 1 光電変換部の信号、1 9 1 は B 2 で示した第 2 光電変換部の信号である。

【 0 1 0 8 】

物体にピントがあった状態では、第 1 光電変換部の信号と第 2 光電変換部の信号とは位相が一致する。したがって、一対の信号の同一性を判定することで合焦検知を行うことができる。さらには、相関演算を用いた公知の手法（例えば、特公平 5 - 8 8 4 4 5 号公報）を用いて、位相シフト量を検出することにより、デ

フォーカス量を求めることができる。

【0 1 0 9】

ここで、光電変換された 2 像の信号処理方法について説明する。上記相関演算は、例えば、第 1, 第 2 光電変換部の光電変換素子数をそれぞれ  $N$  とし、光電変換素子の出力をそれぞれ  $a(i)$ ,  $b(i)$  ( $i = 1 \sim N$ ) としたとき、相互の相関量  $V(m)$  は、

$$V(m) = \sum (|a(i) - b(i+1-m)| - |(a(i+1) - b(i-m))| \dots (1)$$

となり、2 像のずれ量が最も小さいとき、即ち一致したとき最小値をとる。また、相関量  $V(m)$  としては、

$$V(m) = \sum (|a(i) - b(i+1-m)|^P - |(a(i+1) - b(i-m))|^P \dots (2)$$

として求めてもよい。ただし、 $P$  は正数とする定数である。また、相関量  $V(m)$  は、 $\min(x, y)$ ,  $\max(x, y)$  を 2 実数  $x$ ,  $y$  のうちの小さなもの、もしくは大きなものとするれば、

$$V(m) = \sum [\min\{a(i), b(i+1-m)\} - \min\{a(i+1), b(i-m)\}] \dots (3)$$

$$V(m) = \sum [\max\{a(i), b(i+1-m)\} - \max\{a(i+1), b(i-m)\}] \dots (4)$$

を用いてもよい。この演算によって、位相シフト量を検出し、結像レンズの結像状態を検出することが可能となる。

【0 1 1 0】

続いて、デフォーカス量を求め、得られたデフォーカス量を結像光学系 2 4 の第 2 群  $grp 2$  を駆動すべき量に換算すれば、自動焦点調節が可能である。レンズの駆動量をあらかじめ知ることができるので、通常、合焦位置までのレンズ駆動はほぼ一回のみで済み、極めて高速な焦点調節が実現できる。

【0 1 1 1】

また、ここでは色分解した信号を用いたが、色分解しない場合はこれらを足しあわせた信号を得ることに相当するために、低コントラストになりやすく、この結果、検出不能状態に陥りやすい。これに対して、色分解した信号を用いれば、ここに示したように RGB すべての信号に高いコントラストが現れるとは限らないが、逆に RGB の何れかには高コントラストな信号が得られ、ほとんどの場合焦点検出が可能となる。

## 【0 1 1 2】

なお、撮像素子 1 0 0 には光学ローパスフィルター L P F を通過した物体像が入射しているものの、光学系の特性上、焦点検出系のナイキスト周波数  $\nu_n = 1 / (2 \times 2 P)$  を上回る高周波成分を全く取り込まないわけではない。したがって、物体のパターンによっては物体像の位相が信号の位相に反映されず、焦点検出結果には若干の誤差が含まれることがある。

## 【0 1 1 3】

像の位相差がない場合には、一对の信号に均等に位相エラーが乗るため、この現象が生じても焦点検出誤差にはならない。すなわち、図 2 5、図 2 6 にあるような信号では、合焦判定に誤差は生じないが、図 2 1、図 2 2 にあるような信号では、デフォーカス量検出に誤差が生じるということになる。

## 【0 1 1 4】

しかし、このデフォーカス量検出の誤差は、図 2 0 乃至図 2 2 より分かるように、信号 8 4、8 5 に対して信号 8 6、8 7 は物体像のサンプリング位置が半ピッチずれているため、信号 8 4、8 5 から算出された焦点検出結果と、信号 8 6、8 7 から算出された焦点検出結果を平均して最終的な焦点検出結果を得ることで、焦点検出誤差を低減することができ、上記の不具合を解決することができる。

## 【0 1 1 5】

同様に、信号 8 8、8 9 に対して信号 9 0、9 1 は物体像のサンプリング位置が半ピッチずれているため、信号 8 8、8 9 から算出された焦点検出結果と、信号 9 0、9 1 から算出された焦点検出結果を平均して最終的な焦点検出結果を得ることで、焦点検出誤差を低減することができる。この場合には赤色と青色に注目した焦点検出結果を平均することになり、結果的に撮像光学系 2 4 の色収差をも平均することになって好ましい。

## 【0 1 1 6】

また、信号 8 4、8 5 から算出された焦点検出結果、信号 8 6、8 7 から算出された焦点検出結果、信号 8 8、8 9 から算出された焦点検出結果、信号 9 0、9 1 から算出された焦点検出結果のうち、信頼性が高いものだけを選択して平均



すれば、より高い焦点検出精度を得ることが可能である。例えば、図 2 3 や図 2 4 の場合のように低コントラストな信号では、その焦点検出結果を焦点調節に用いないようにすればよい。

#### 【0 1 1 7】

##### (デフォーカスの対応処理)

以上は、第 1 光電変換部の信号と第 2 光電変換部の信号とは位相のみがシフトした関係にあることを前提に説明してきた。この前提が成り立つのは、比較的デフォーカス量が小さい場合である。次に、大デフォーカスへの対応について説明する。

#### 【0 1 1 8】

図 2 に示した撮像装置において、絞り S T には 2 0 4 から 2 0 8 で示した 5 つの開口が設けられ、開口 2 0 4, 2 0 5, 2 0 6 は撮像のための開口、開口 2 0 7 と 2 0 8 は大デフォーカス検出用開口である。撮像時は、撮影する物体の輝度に応じて自動的に開口 2 0 4, 2 0 5, 2 0 6 のうちのひとつが選択される。あるいは、使用者が任意に開口 2 0 4, 2 0 5, 2 0 6 のうちのひとつを選択するようにしても良い。開口の大きさを小さくするにしたがって、すなわち、開口 2 0 4 よりも開口 2 0 5 を、開口 2 0 5 よりも開口 2 0 6 を選択すると、被写界側でピントが合う範囲が深くなるとともに、電子シャッタによる電荷蓄積時間は長くなる。

#### 【0 1 1 9】

撮像素子 1 0 0 上に設けられたマイクロレンズは、撮像素子 1 0 0 の各受光部を撮像光学系 2 4 の射出瞳に投影するが、撮像素子 1 0 0 の各受光部に入射する光量と絞り S T の開度との関係を線形にするために、そのパワーは各受光部の投影像が、撮像光学系の絞り開放時の射出瞳よりも大きくなるように設定してある。すなわち、絞り S T 上で受光部の投影像と開口とを比較すると、受光部の投影像は、最も大きい開口 2 0 4 よりもさらに大きい。こうすれば、撮像素子 1 0 0 への入射光量が絞りの開口面積におおよそ比例し、被写体輝度、撮像素子 1 0 0 の感度が与えられたときに、フィルムカメラと同様の手法で、絞り値とシャッター速度を算出することができる。つまり、入射光量が絞りの開口面積に比例する

ようになり、A P E X方式の演算が成り立つ。

### 【0 1 2 0】

先に図 1 2 を用いて説明したように、開口 2 0 4, 2 0 5, 2 0 6 の何れを用いて撮像した場合でも、形成された画像は、円を 2 分割した半光束によるものとなる。一般に、物体像は点像と物体の輝度パターンのコンボルーションで与えられるが、物体像のデフォーカス量が大きくなると、点像には射出瞳の形が現れてくる。この結果、画像には円を 2 分割した形のボケが重畳することになる。

### 【0 1 2 1】

一对の焦点検出用画像の形成が、平行移動で重なる形状の一对の射出瞳を介して成されていれば、個々の瞳形状がどのようなものであっても、第 1 光電変換部の信号と第 2 光電変換部の信号の関係は位相のみがシフトしたものになる。ところが、図 1 2 に示したように、この撮像装置の場合、射出瞳上の第一の領域 2 1 1 と第二の領域 2 1 2 の形状は互いに裏返しの関係であって、平行移動で重なるわけではない。したがって、画像に重畳するボケ形状も同様に裏返しの関係になり、第 1 光電変換部の信号と、第 2 光電変換部の信号は、形状を異ならせながら位相がシフトしたものになってしまう。大デフォーカス時には画像の位相差検出がうまく行かず、デフォーカス量検出誤差は大きい。

### 【0 1 2 2】

また、大デフォーカス時にデフォーカス量検出誤差を大きくする他の要因として、マイクロレンズの製造誤差が挙げられる。前述のように、マイクロレンズは受光部を撮像光学系の射出瞳に投影している。仮に、この投影位置が画素でバラバラであると、デフォーカス時の位相シフト量が画素毎に異なることになってしまう。この影響はデフォーカス量が大きいほど深刻である。しかしながら、マイクロレンズは非常に微細であるため、実際にはある程度の製造ばらつきを許容せざるを得ない。

### 【0 1 2 3】

そこで、大デフォーカス検出時には、大デフォーカス検出用である絞り S T の開口 2 0 7 と 2 0 8 を用いる。この場合、射出瞳の分割の様子は図 2 9 のようになる。図 2 9 において、2 1 3, 2 1 4 は絞り開口 2 0 7, 2 0 8 を後方レンズ

群 2 0 2 を通して見た虚像であって、開口 2 0 7 と 2 0 8 によって形成された射出瞳上の第三の領域と第四の領域である。

【 0 1 2 4 】

第三の領域 2 1 3 は第一の領域 2 1 1 に含まれ、第四の領域 2 1 4 は第二の領域 2 1 2 に含まれ、したがって、開口 2 0 7 と 2 0 8 が射出瞳の形状を決めることになる。第 1 光電変換部へは開口 2 0 7 を通過した光束が入射し、第 2 光電変換部へは、開口 2 0 8 を通過した光束が入射する。

【 0 1 2 5 】

第一の領域 2 1 1 と第二の領域 2 1 2 はマイクロレンズによる瞳投影精度の影響を受けるが、第三の領域 2 1 3 と第四の領域 2 1 4 はマイクロレンズによる瞳投影精度の影響を受けない。したがって、マイクロレンズの製造誤差があっても、画素毎に第一の領域 2 1 1 と第二の領域 2 1 2 の位置が揺らいでいたとしても、開口 2 0 7 と 2 0 8 を使えば、揺らぎがなく、確定した第三の領域 2 1 3 と第四の領域 2 1 4 を得ることができる。

【 0 1 2 6 】

ここで、開口 2 0 7 と 2 0 8 を例えば楕円や円とすれば、平行移動で重なる同一の形状であるために、第 1 光電変換部の信号と第 2 光電変換部の信号の関係は完全に位相のみがシフトしたものとなる。しかも、マイクロレンズの製造誤差の影響を受けない。したがって、大デフォーカスであっても、デフォーカス量の検出誤差を極めて小さく抑えることが可能である。また、開口 2 0 7 と 2 0 8 の重心の入射高さを、開放絞り径の 0. 7 倍程度に選べば、一般的な球面収差特性を有する撮像光学系について、最良解像までのデフォーカス量を収差レベルで正確に検出することができる。

【 0 1 2 7 】

なお、撮像光学系 2 4 の第 2 群 g r p 2 と第 4 群 g r p 4 が光軸方向に動いて、ズーム動作が行われると、一般には開放 F ナンバーが変化するが、開放絞りに対する開口 2 0 7 と 2 0 8 の重心位置の関係は、一定の比率を維持するので、開口 2 0 7 と 2 0 8 の重心の入射高さは、ズーム位置に関わらず常に開放絞り径の 0. 7 倍程度になって都合がよい。

## 【0128】

被写体の物体にピントがあっている可能性が低い初回の焦点調節動作時には、先ず開口207と208を使用して、仮に大デフォーカスであっても、これに対応できる焦点調節と物体観察用のモニター表示を行い、これに続く2回目以降の焦点調節動作では開口204, 205, 206の何れかを用いて残る焦点調節とモニター表示を行うとともに、続く撮像に備えるように撮像装置のシーケンスを構成すると良い。

## 【0129】

この撮像装置では、撮像光学系のデフォーカス量を検出するための専用の焦点検出装置を必要としないので、光路分割のためのミラーやプリズムが要らない。したがって、撮像系を小型化することができる。

## 【0130】

## [第2の実施形態]

図30は本発明による第2の実施形態の撮像装置を示す図である。図において、ST1は第1絞り、ST2は第1絞りST1と同軸に回転する第2絞りである。第1絞りST1は、第1実施形態として図28に示した絞りSTから大デフォーカス検出用開口207, 208を除いたものである。第1絞りST1と第2絞りST2は隣接して配置されている。第1絞りST1と第2絞りST2は不図示のモーターの駆動力によって、選択的にそれぞれ3つおよび4つのポジションをとる。

## 【0131】

図30において、201は撮像光学系24のうち、絞りST1, 2よりも物体側にある第1群(grp1)と第2群(grp2)とをまとめて示した前方レンズ群、202は撮像光学系24のうち、絞りST1, 2よりも像面側にある第3群(grp3)、第4群(grp4)、光学ローパスフィルターLPFをまとめて示した後方レンズ群である。絞りST1, ST2の開口を通過した光束によって撮像素子100上に物体像を形成する。絞りST1, ST2は軸L2を中心にして個別に回転し、不図示のモーターの駆動力によって、所定角度毎に位置する選択的に選択できる3つ及び4つのポジションをとる。

【0 1 3 2】

第2絞りST2には、220から227で示した7つの開口が設けられ、開口227は撮像のための開口、開口220と221、222と223、224と225は対として、大デフォーカス検出用開口である。開口227は第1絞りST1で光束を制限するときに用い、撮像時は、第2絞りの開口227が設定されると同時に、撮影する物体の輝度に応じて第1絞りの開口のうちの一つが自動的に選択される。あるいは、使用者が一つを任意に選択するようにしても良い。

【0 1 3 3】

撮像素子100上に設けられたマイクロレンズは撮像素子の各受光部を撮像光学系24の射出瞳に投影するが、撮像素子100の各受光部に入射する光量と第1絞りST1の開度との関係を線形にするために、そのパワーは各受光部の投影像が撮像光学系の絞り開放時の射出瞳よりも大きくなるように設定してある。すなわち、絞りST上で受光部の投影像と開口とを比較すると、受光部の投影像は最も大きい第1絞りの開口よりもさらに大きい。こうすれば、撮像素子への入射光量が絞りの開口面積におおよそ比例し、被写体輝度、撮像素子の感度が与えられたときに、フィルムカメラと同様の手法で絞り値とシャッター速度を算出することができる。つまり、入射光量が絞りの開口面積に比例するようになり、APEX方式の演算が成り立つ。

【0 1 3 4】

大デフォーカスを検出する時には、第2絞りST2の開口220と221、222と223、224と225の何れかの組と、第2絞りST2の開口で光束が決まることを保証するために第1絞りST1の最大の開口を用いる。

【0 1 3 5】

開口220と221を用いた場合、射出瞳の分割の様子は第1実施形態と同様に図30のようになる。先にも説明したように、図において、213、214は絞り開口207、208に代えて第2絞りの開口220と221を後方レンズ群202を通して見た虚像であって、開口220と221によって形成された射出瞳上の第三の領域と第四の領域である。

【0 1 3 6】

第三の領域 2 1 3 は第一の領域 2 2 0 に含まれ、第四の領域 2 1 4 は第二の領域 2 2 1 に含まれ、したがって、開口 2 2 0 と 2 2 1 が射出瞳の形状を決めることになる。第 1 光電変換部へは開口 2 2 0 を通過した光束が入射し、第 2 光電変換部へは開口 2 2 1 を通過した光束が入射する。

【0137】

第一の領域 2 2 0 と第二の領域 2 2 1 はマイクロレンズによる瞳投影精度の影響を受けるが、第三の領域 2 1 3 と第四の領域 2 1 4 はマイクロレンズによる瞳投影精度の影響を受けない。したがって、マイクロレンズの製造誤差があっても画素毎に第一の領域 2 2 0 と第二の領域 2 2 1 の位置が揺らいでいたとしても、開口 2 2 0 と 2 2 1 を使えば、確定した第三の領域 2 1 3 と第四の領域 2 1 4 を得ることができる。

【0138】

ここで開口 2 2 0 と 2 2 1 の形状を、例えば楕円や円とすれば、平行移動で重なる同一の形状であるために、第 1 光電変換部の信号と第 2 光電変換部の信号の関係は完全に位相のみがシフトしたものとなる。しかも、マイクロレンズの製造誤差の影響を受けない。したがって、大デフォーカスであってもデフォーカス量の検出誤差を極めて小さく抑えることが可能である。

【0139】

以上のように、開口 2 2 0 と 2 2 1 を用いることで、大デフォーカスの検出が可能となった。ところで、一般に、撮影レンズの最短撮影距離  $D$  [m] は、撮影画角  $\theta$  [°] の関数として、式 (1) のようにすると実用上便利である。

【0140】

$$D = 0.2 / \tan(\theta / 2) \quad \dots\dots (1)$$

このように最短撮影距離を規定した場合、最短撮影距離に撮影レンズの繰り出しを設定して、無限遠にある物体を捉えたときのデフォーカス量はおおよそ撮影レンズの焦点距離の 2 乗に比例する。したがって、撮影レンズの焦点距離が非常に長い超望遠レンズを用いたときや、ズームの望遠側を選んだときには、極めて大きなデフォーカスが生じることがあり、第 1 光電変換部の信号と第 2 光電変換部の信号の位相のシフトが大きすぎて、信号の共通範囲が無くなってしまうこと

もあり得る。このような場合には、当然、位相差の検出はできない。

#### 【0141】

図31はこのような事態に対応すべく、単位デフォーカスで生じる位相シフト量を小さくする方向に機能する開口222, 223を使用した場合の射出瞳の分割の様子である。図31において、230は第1絞りST1が開放状態の時の射出瞳、231は撮像素子100の第1光電変換部に入射する光束が通過する射出瞳上の第一の領域、232は撮像素子100の第2光電変換部に入射する光束が通過する射出瞳上の第二の領域である。233, 234は絞り開口222, 223を後方レンズ群202を通して見た虚像であって、開口222と223によって形成された射出瞳上の第三の領域と第四の領域である。

#### 【0142】

第三の領域233は第一の領域231に含まれ、第四の領域234は第二の領域232に含まれる。したがって、開口222と223が射出瞳の形状を決めることになる。第1光電変換部へは開口222を通過した光束が入射し、第2光電変換部へは開口223を通過した光束が入射する。

#### 【0143】

開口220と221を用いたときに比べて、射出瞳上の第三の領域と第四の領域が狭いために、単位デフォーカスで生じる位相シフト量を小さくすることができ。さらに、開口224と225を用いれば、一層、単位デフォーカスで生じる位相シフト量を小さくすることが可能である。

#### 【0144】

図32は開口224, 225を使用した場合の射出瞳の分割の様子である。図32において、235, 236は図30に示す絞り開口224, 225を後方レンズ群202を通して見た虚像であって、開口224と225によって形成された射出瞳上の第三の領域と第四の領域である。

#### 【0145】

第三の領域235は第一の領域231に含まれ、第四の領域236は第二の領域232に含まれる。したがって、開口222と223が射出瞳の形状を決めることになる。第1光電変換部へは開口224を通過した光束が入射し、第2光電

変換部へは開口 225 を通過した光束が入射する。

【0146】

超望遠レンズを用いたときや、ズームの望遠側を選んだときには、焦点検出等の制御回路は、物体にピントがあっている可能性が極めて低い初回の焦点調節動作時に、先ず開口 224 と 225 を使用して、仮に極めて大きいデフォーカスであっても、これに対応できる焦点調節と物体観察用のモニター表示を行い、これに続く 2 回目の焦点調節動作では開口 222, 223、さらに、3 回目の焦点調節動作では開口 220, 221 といった具合に使用する開口を順次切り換える。

【0147】

小デフォーカス量であることが明らかになったところで、制御回路は、第 2 絞りの開口 227 を設定すると同時に、撮影する物体の輝度に応じて第 1 絞りの開口のうちの一つを選んで、残る焦点調節とモニター表示を行い、続く撮像に備えるといったように撮像装置のシーケンスを構成すると良い。

【0148】

【発明の効果】

以上説明したように、結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記撮影レンズに設けられ、前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過させ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する演算手段とを備えたことにより、次の効果が得られた。

【0149】

(1) 撮像素子への入射光量が絞りの開口面積におおよそ比例するように成した上で、大デフォーカスを検知することが可能な、撮像装置組込型の位相差検出方式焦点検出装置を提供することができた。

【0150】

(2) マイクロレンズの製作誤差をある程度許容しつつ、大デフォーカスを検知することが可能になった。



【0 1 5 1】

(3) 光路分割のためのミラーやプリズムが要らないため、撮像系を小型化することができた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による撮像光学系の構成図である。

【図 2】

本発明による撮像装置の斜視図である。

【図 3】

本発明に用いる撮像素子 1 0 0 内のエリアセンサ部の回路構成図である。

【図 4】

本発明に用いる撮像領域と焦点検出領域の説明図である。

【図 5】

本発明に用いる受光部の断面図である。

【図 6】

本発明による画素とカラーフィルターの配置を示す平面図である。

【図 7】

本発明によるマイクロレンズと受光部との位置関係を示す平面図である。

【図 8】

本発明によるマイクロレンズを斜めから見た表面状態を表す図である。

【図 9】

本発明によるエリアセンサ部の断面図である。

【図 1 0】

(a), (b) は、第 1 光電変換部に入射する光束と、第 2 光電変換部に入射する光束を各々示した図である。

【図 1 1】

本発明による第 2 光電変換部に入射する光束を表す図である。

【図 1 2】

本発明による射出瞳の分割の様子を表す説明図である。

【図 1 3】

本発明による画素のピッチを説明するための図である。

【図 1 4】

本発明による撮像素子 1 0 0 のレスポンス特性を表す図である。

【図 1 5】

本発明による撮像素子 1 0 0 の周辺回路を含む内部構成を示したブロック図である。

【図 1 6】

本発明による出力位置指定コマンドを説明するための図である。

【図 1 7】

(a), (b), (c), (d) は電子シャッタ機能を説明する図で、(a) は垂直ライン順次で画素を読み出す場合の説明図、(b) は蓄積時間を実質的に同一とする場合のタイミングチャート、(c) は画面全体について電荷蓄積時間を短くする場合のタイミングチャート、(d) は 2 列目の信号レベルを他のラインとは異ならせた場合のタイミングチャートである。

【図 1 8】

本発明による第 1 および第 2 の光電変換部の信号を独立に読み出す場合のタイミングチャートである。

【図 1 9】

本発明による第 1 および第 2 の光電変換部の信号を加算する場合のタイミングチャートである。

【図 2 0】

本発明による焦点検出領域 6 1 の拡大図である。

【図 2 1】

本発明による画素列 8 2 のうち緑色カラーフィルタを備えた受光部 8 0－1, 8 0－3, …, 8 0－1 1 からの画像信号である。

【図 2 2】

本発明による画素列 8 3 のうち緑色カラーフィルタを備えた受光部 8 1－2, 8 1－4, …, 8 1－1 2 からの画像信号である。

【図 2 3】

本発明による画素列 8 2 のうち赤色カラーフィルターを備えた受光部 8 0－2 , 8 0－4 , …, 8 0－1 2 からの画像信号である。

【図 2 4】

本発明による画素列 8 3 のうち青色カラーフィルターを備えた受光部 8 1－1 , 8 1－3 , …, 8 1－1 1 からの画像信号である。

【図 2 5】

本発明による画素列 8 2 のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部 8 0－1 , 8 0－3 , …, 8 0－1 1 からの画像信号である。

【図 2 6】

本発明による画素列 8 3 のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部 8 1－2 , 8 1－4 , …, 8 1－1 2 からの画像信号である。

【図 2 7】

本発明による画素列 8 2 のうち赤色カラーフィルターを備えた受光部 8 0－2 , 8 0－4 , …, 8 0－1 2 からの画像信号である。

【図 2 8】

本発明による画素列 8 3 のうち青色カラーフィルターを備えた受光部 8 1－1 , 8 1－3 , …, 8 1－1 1 からの画像信号である。

【図 2 9】

本発明による大デフォーカス検出時の射出瞳の分割の様子を表す説明図である。

【図 3 0】

本発明による実施形態 2 の撮像装置の斜視図である。

【図 3 1】

本発明による大デフォーカス検出時の射出瞳の分割の様子を表す説明図である。

【図 3 2】

本発明による大デフォーカス検出時の射出瞳の分割の様子を表す説明図である。

【符号の説明】

2 4 撮像光学系

S T 絞り

2 0 7, 2 0 8 大デフォーカス検出用開口

1 0 0 撮像素子

2 3 マイクロレンズ

1, 5 1 MOSトランジスタゲートとゲート下の空乏層からなる第 1、第 2  
光電変換部

2, 5 2 フォトゲート

3, 5 3 転送スイッチ MOS トランジスタ

2 1 0, 2 1 5, 2 1 6 射出瞳

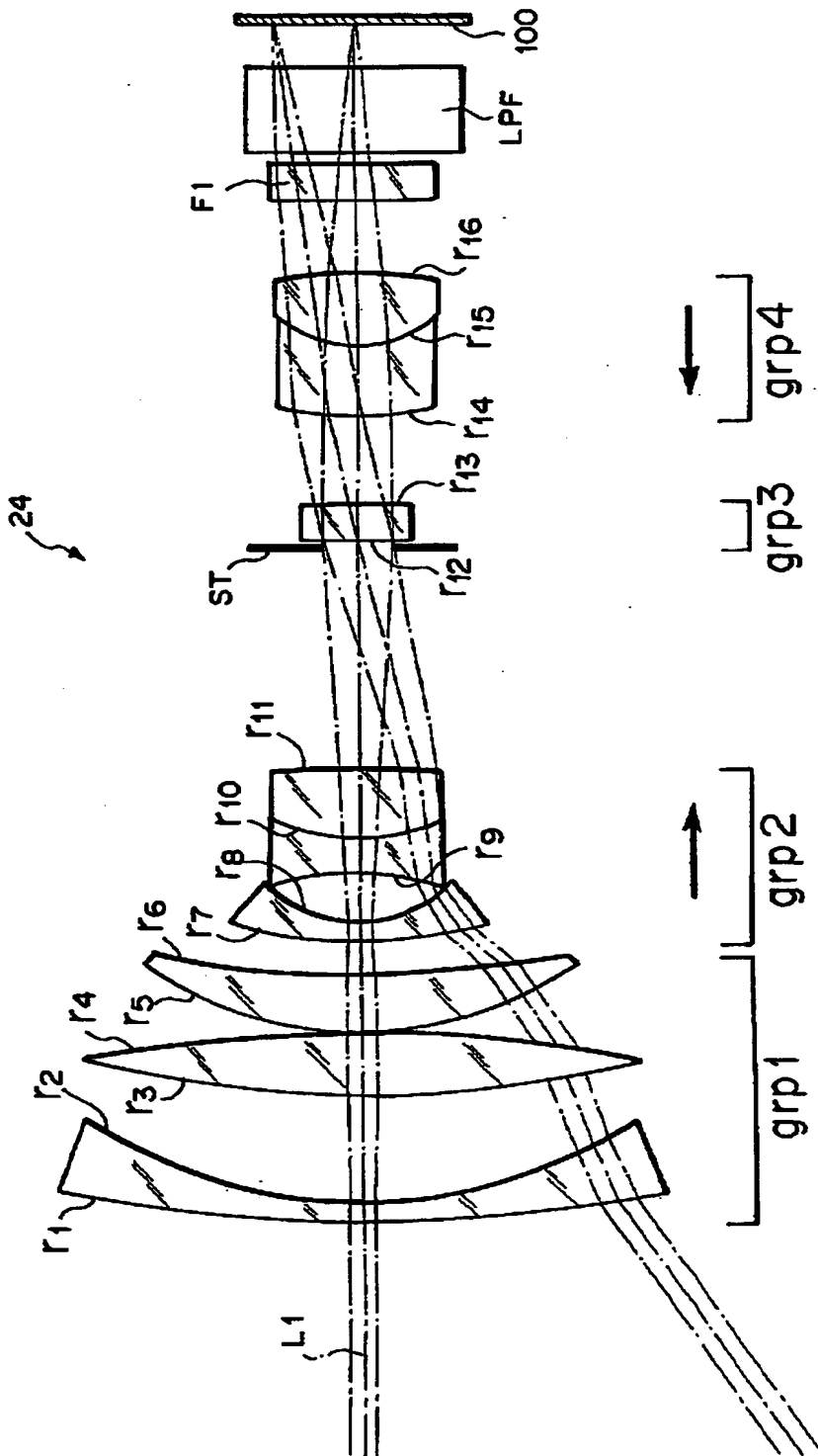
2 1 1, 2 1 2 射出瞳上の第一の領域と第二の領域

2 1 3, 2 1 4 射出瞳上の第三の領域と第四の領域

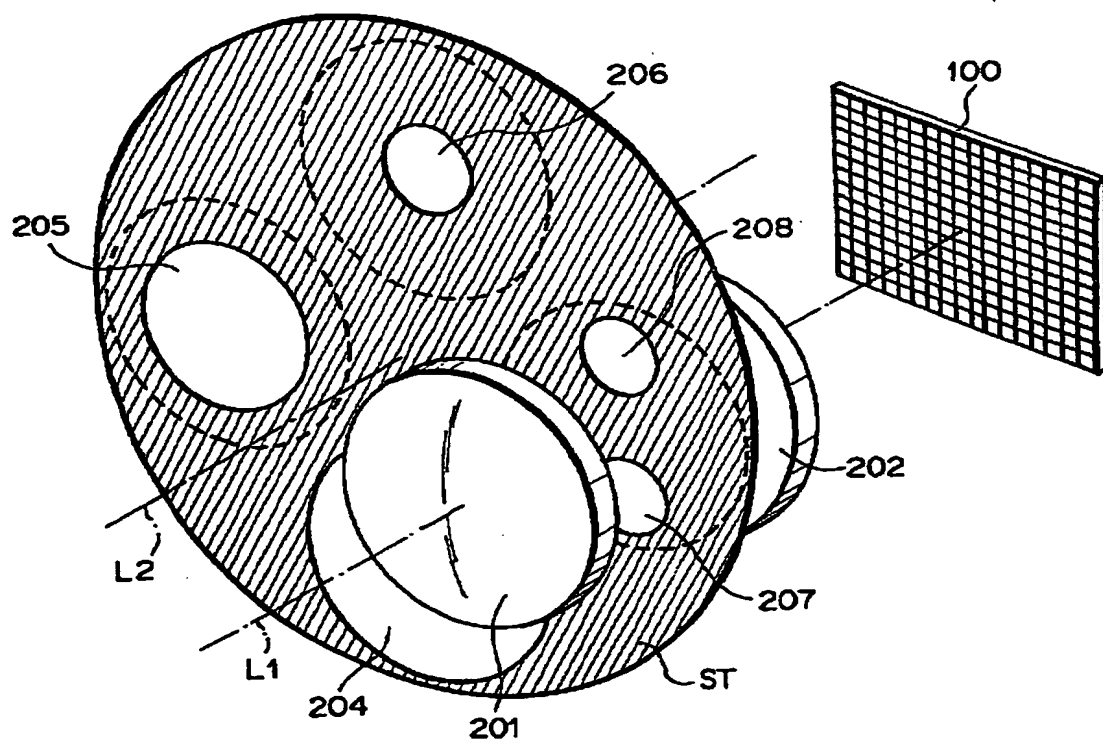
【書類名】

図面

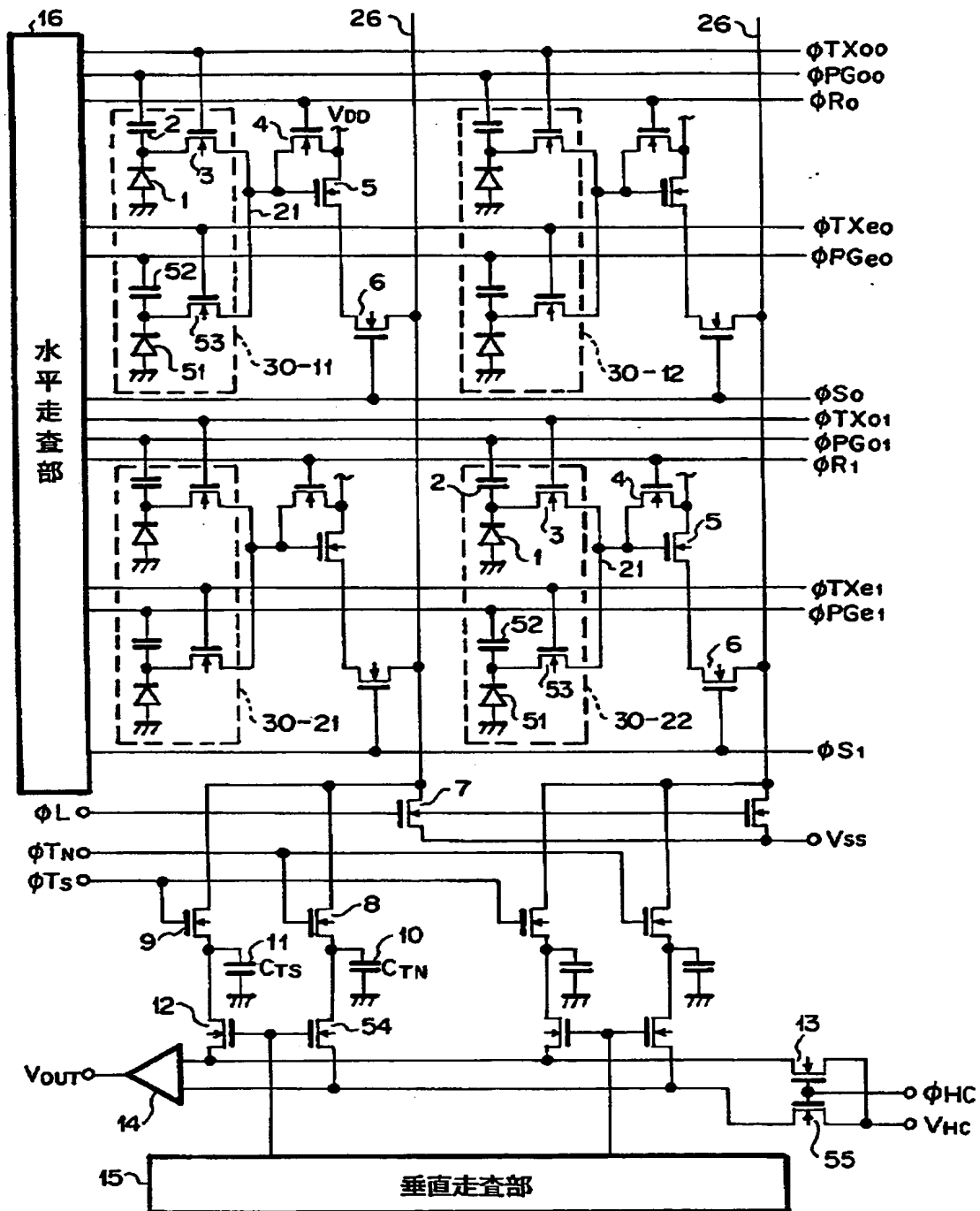
【図 1】



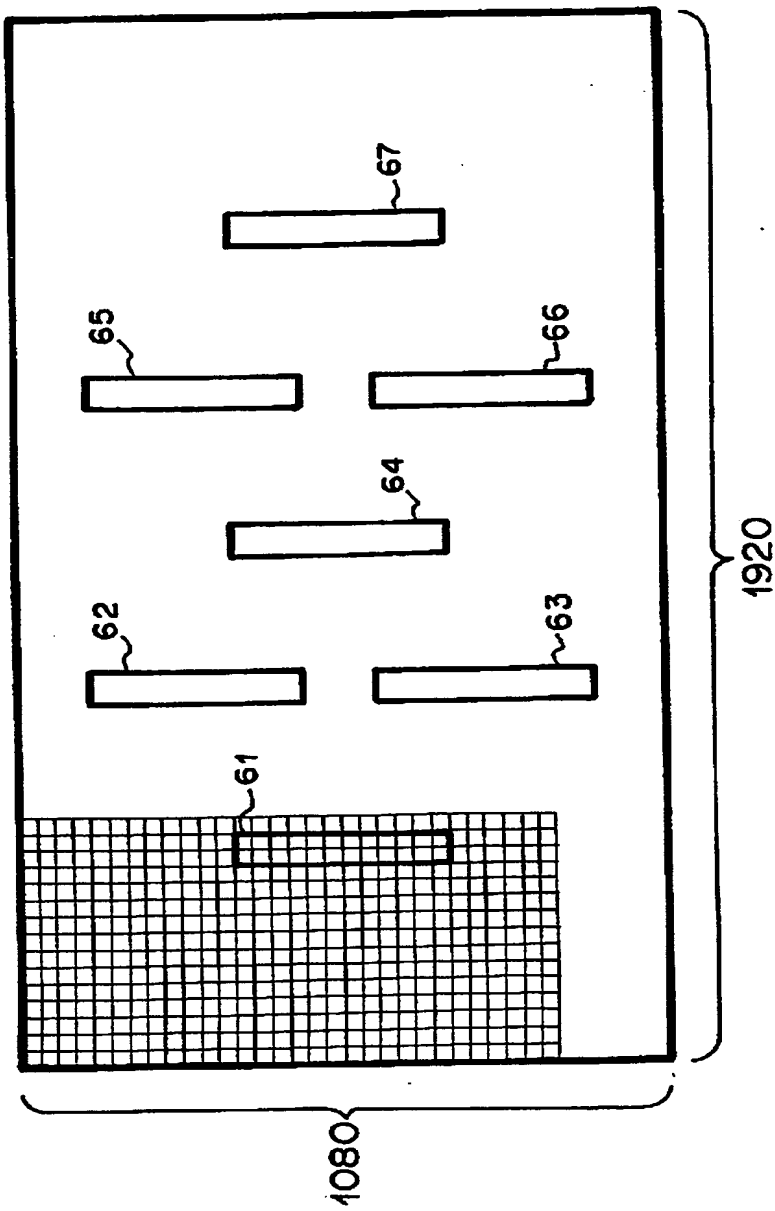
【図 2】



【図 3】

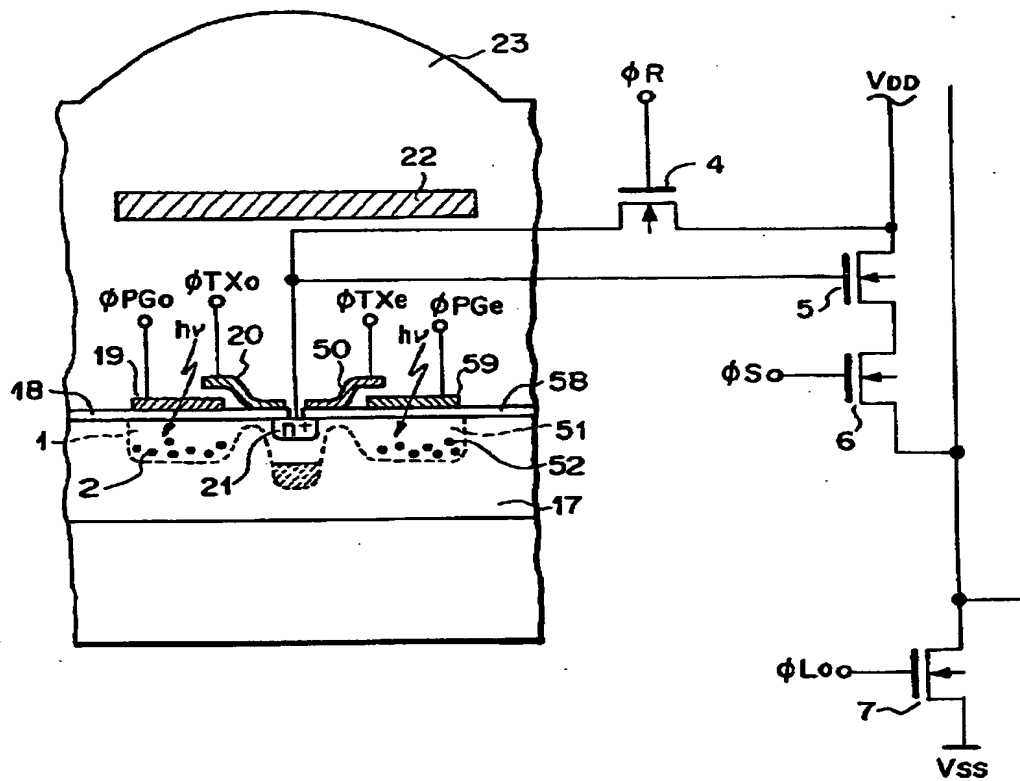


【図 4】

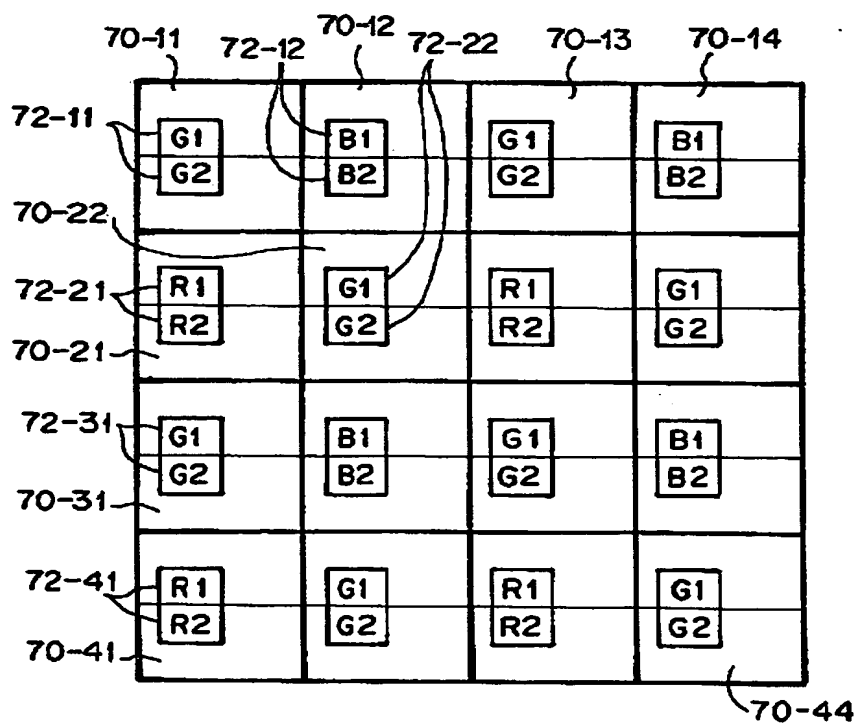




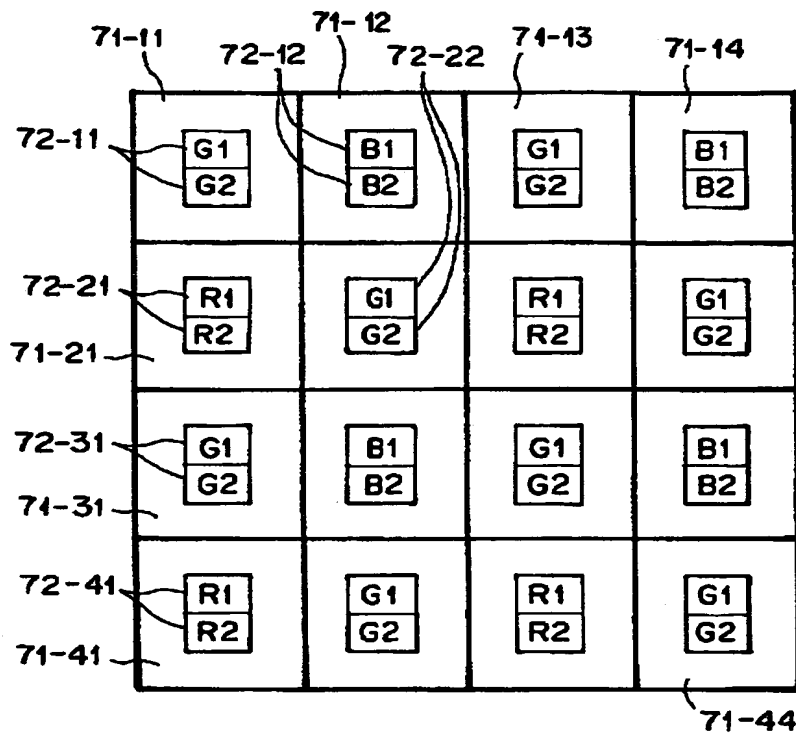
【図 5】



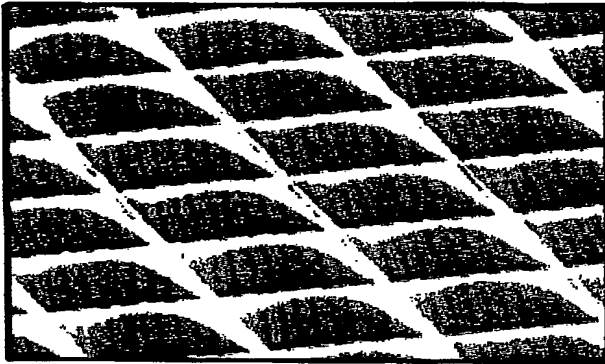
【図 6】



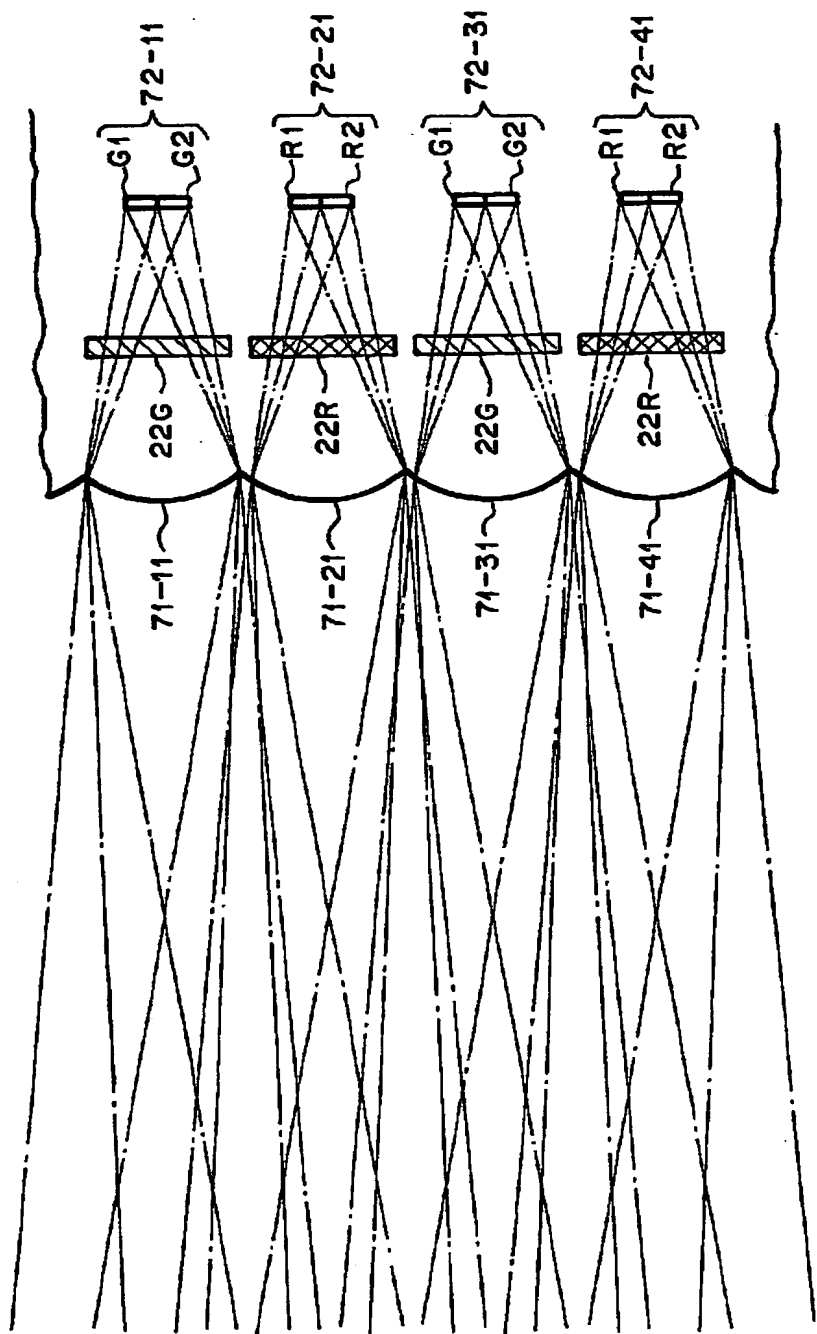
【図 7】



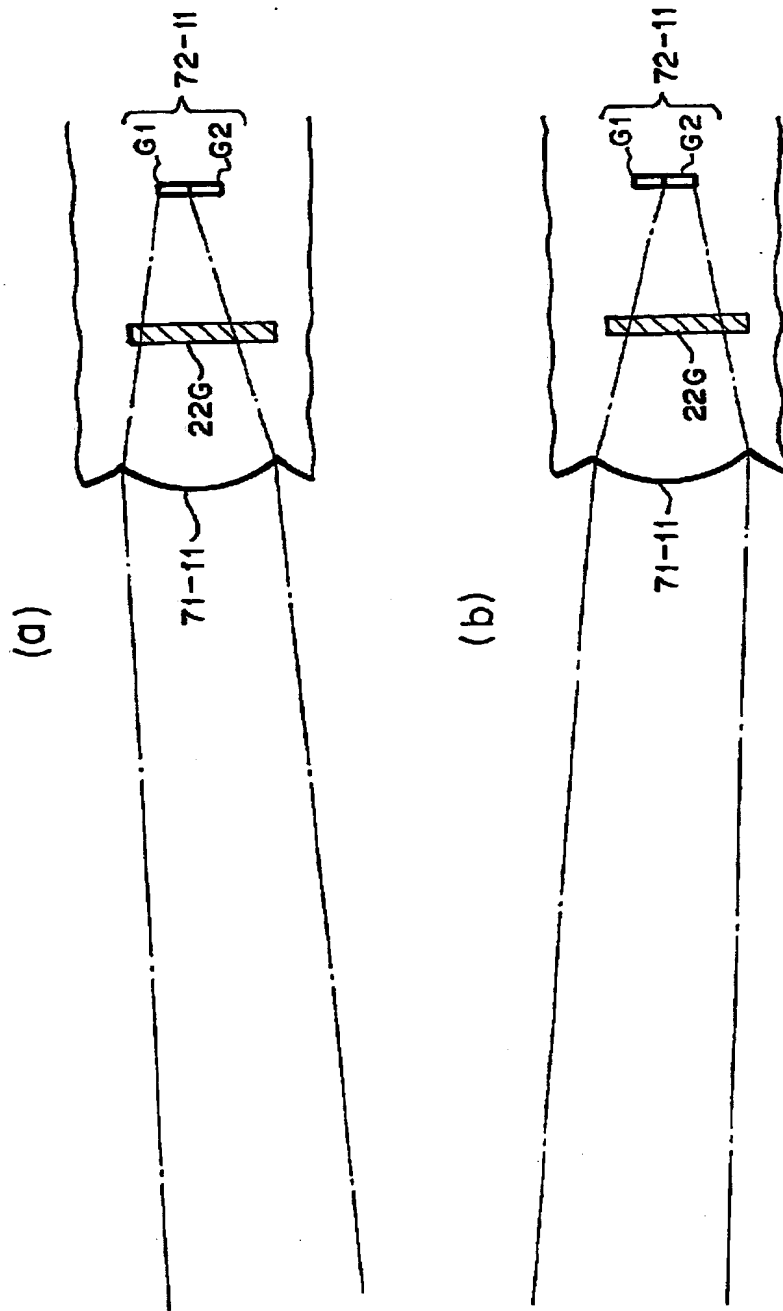
【図 8】



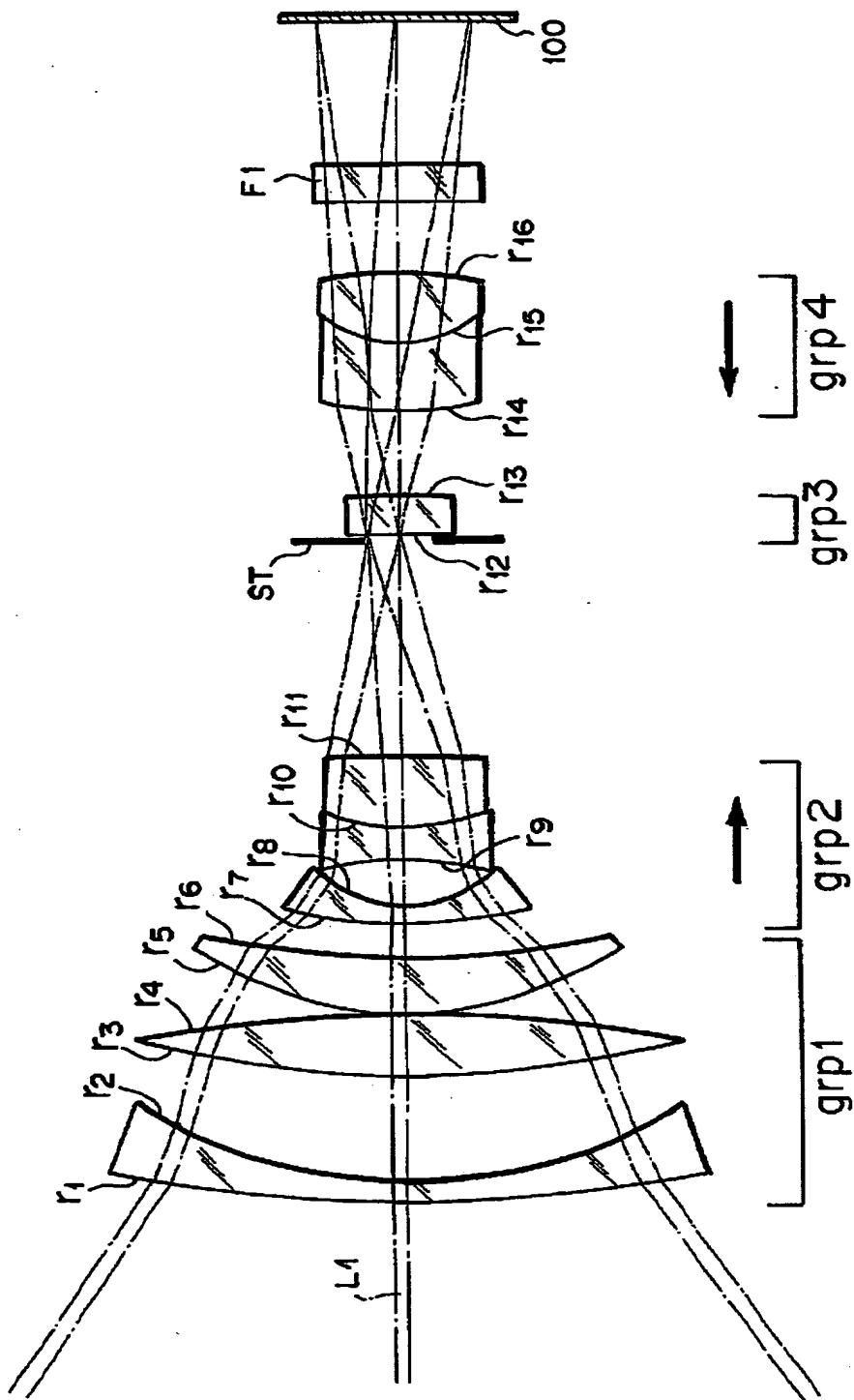
【図9】



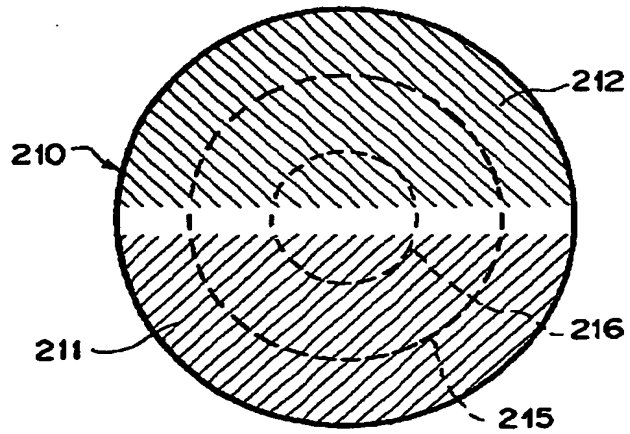
【図 1 0】



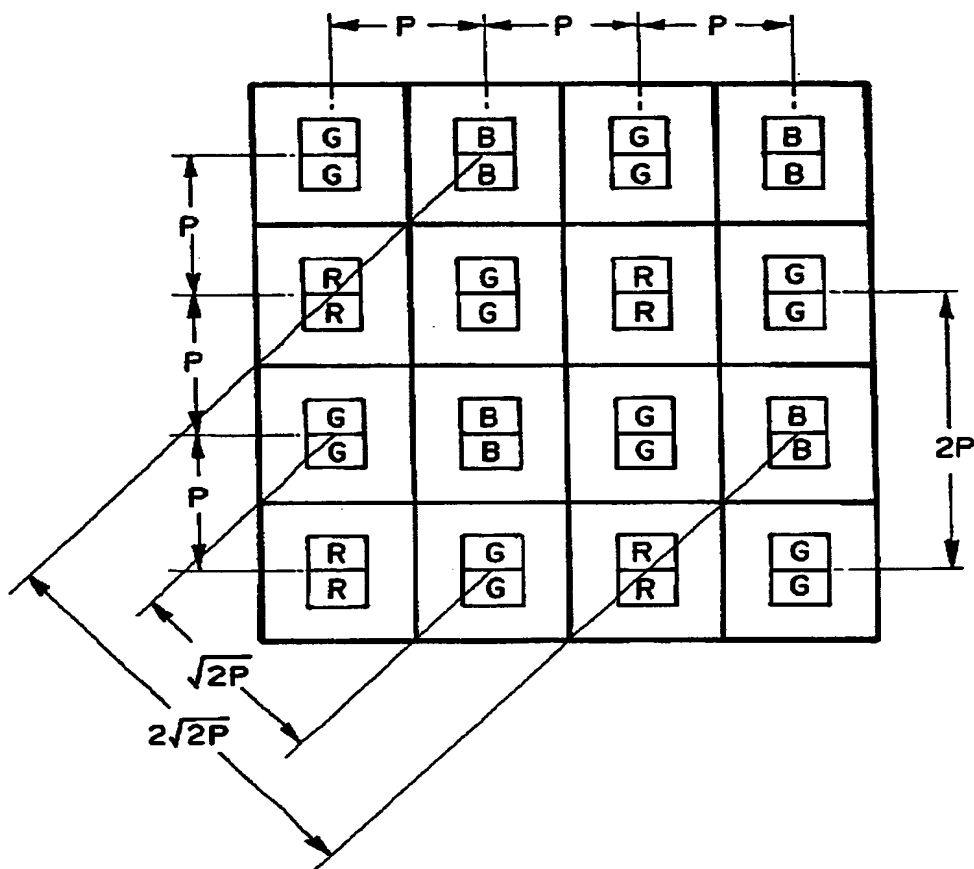
【図 11】



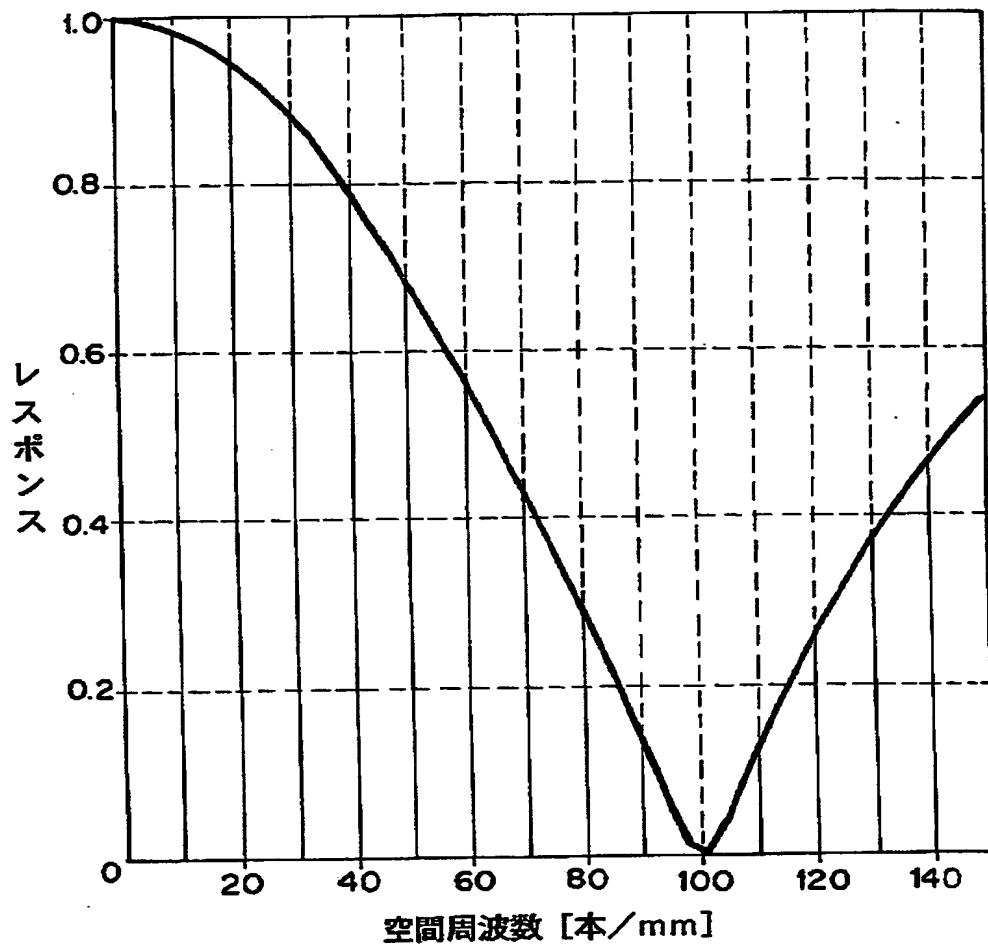
【図 1 2】



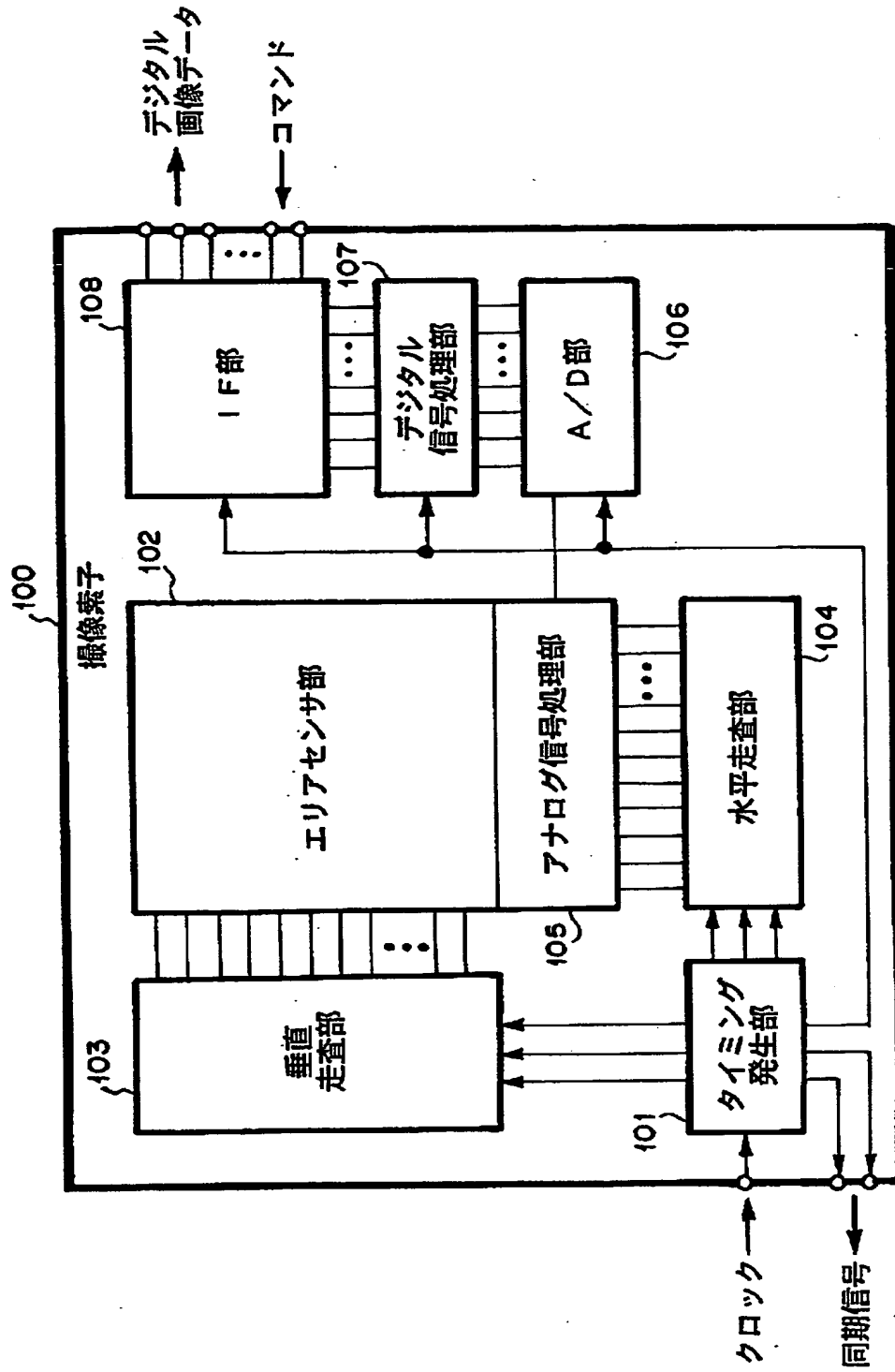
【図 1 3】



【図 14】

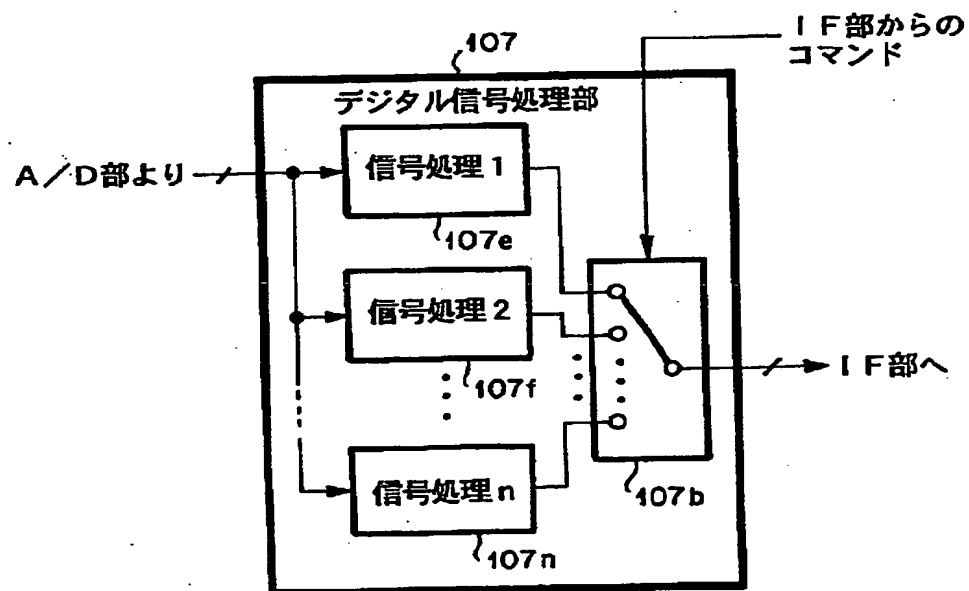


【図 15】

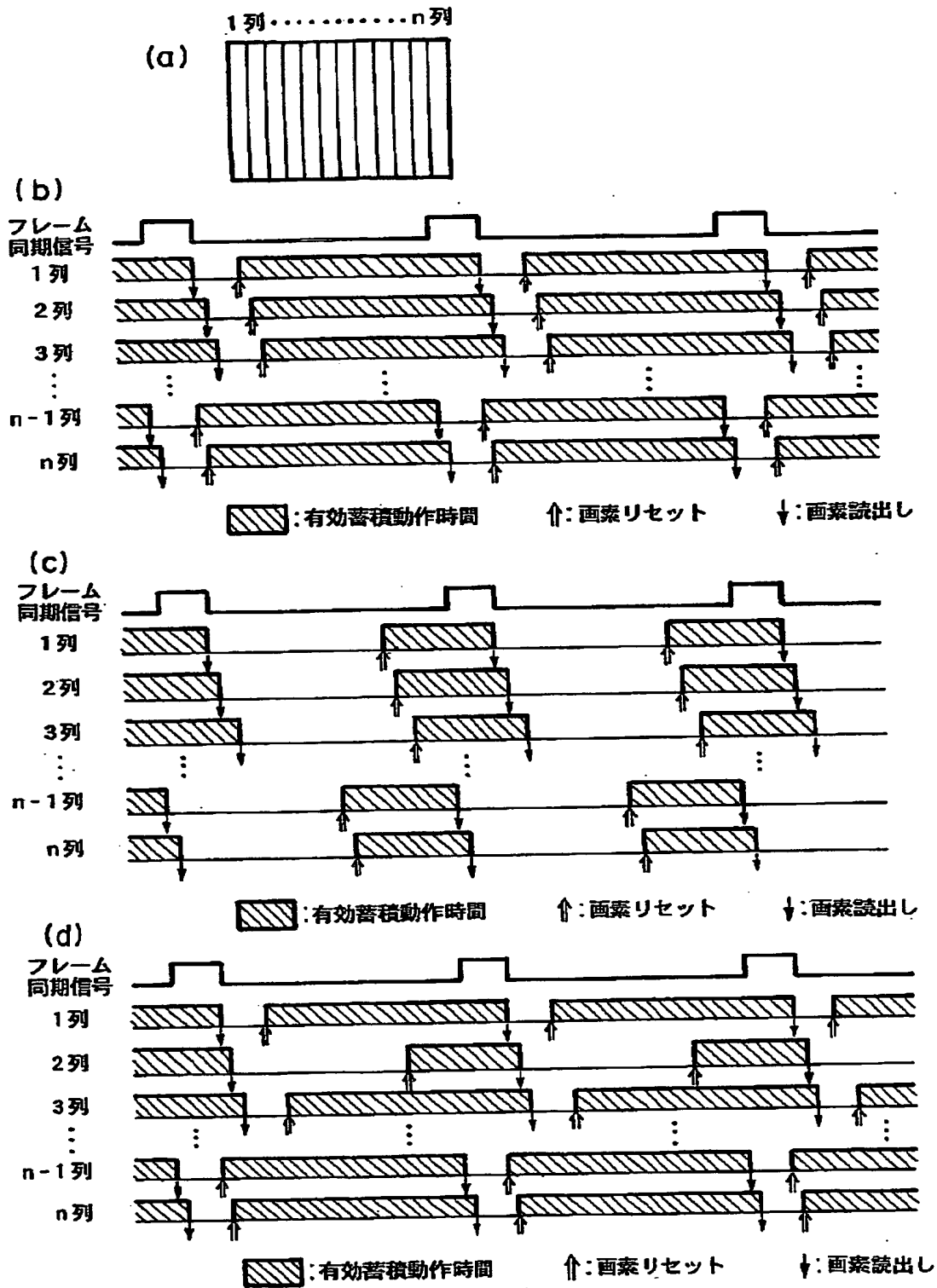




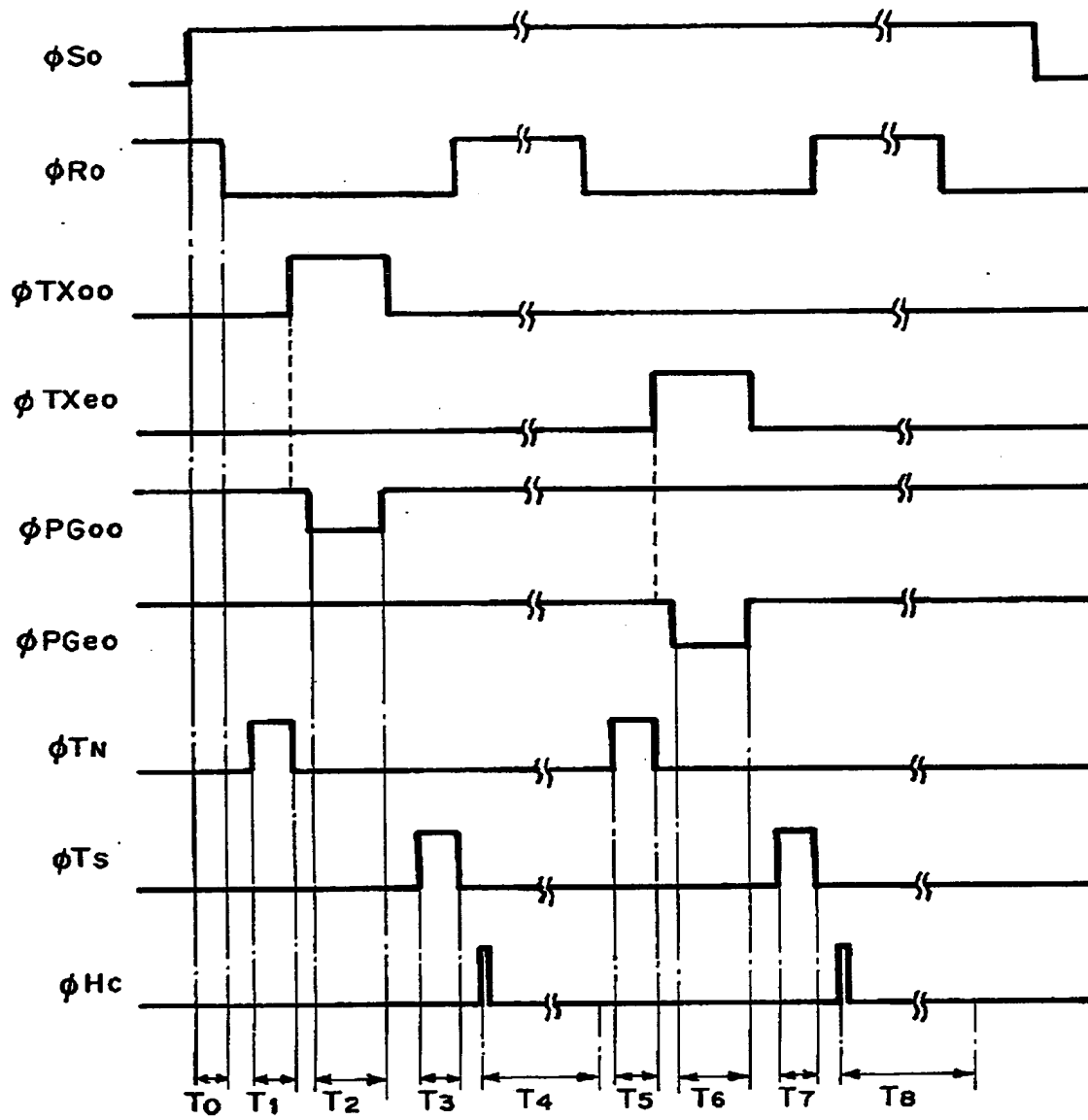
【図 16】



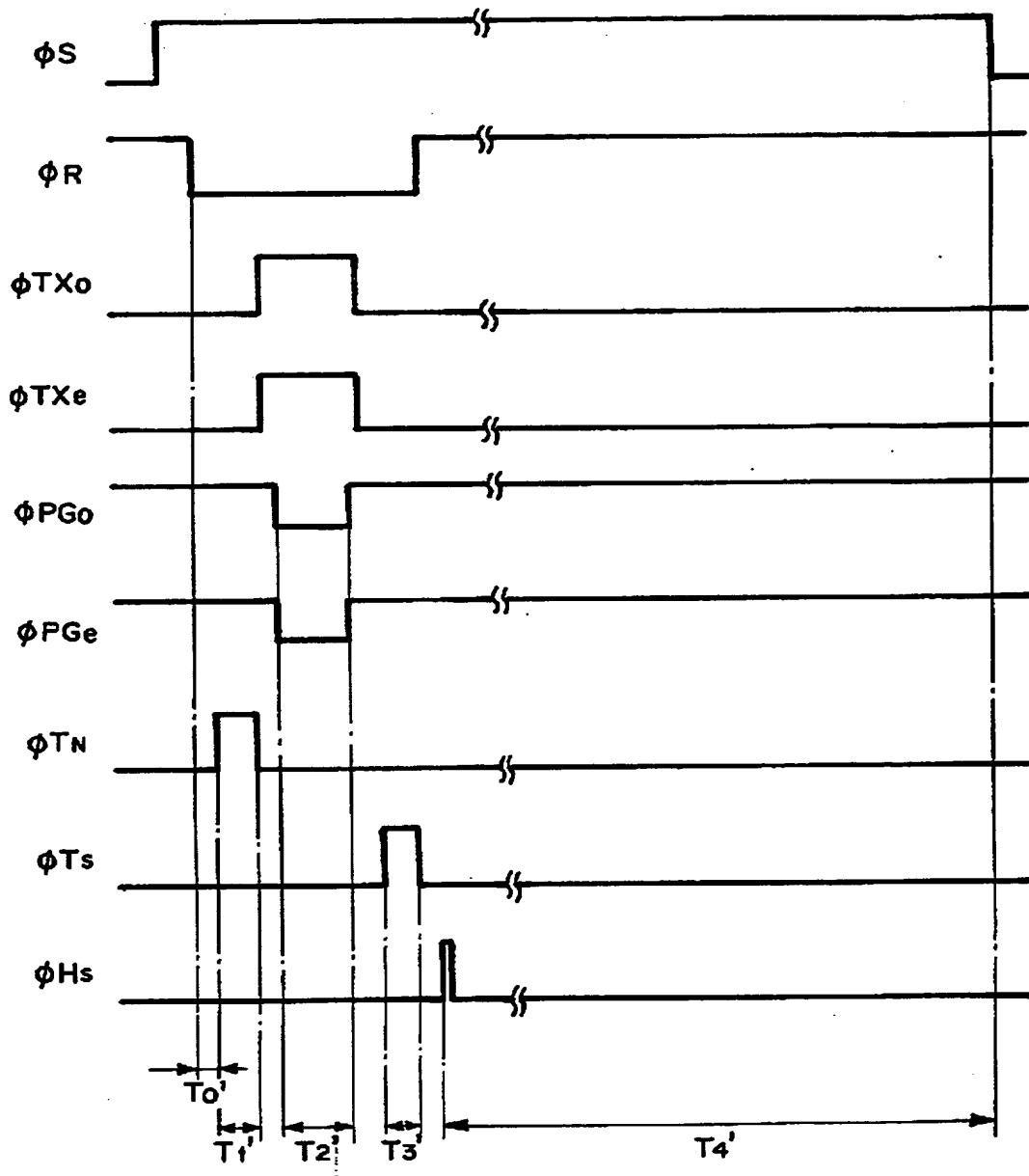
【図 1 7】



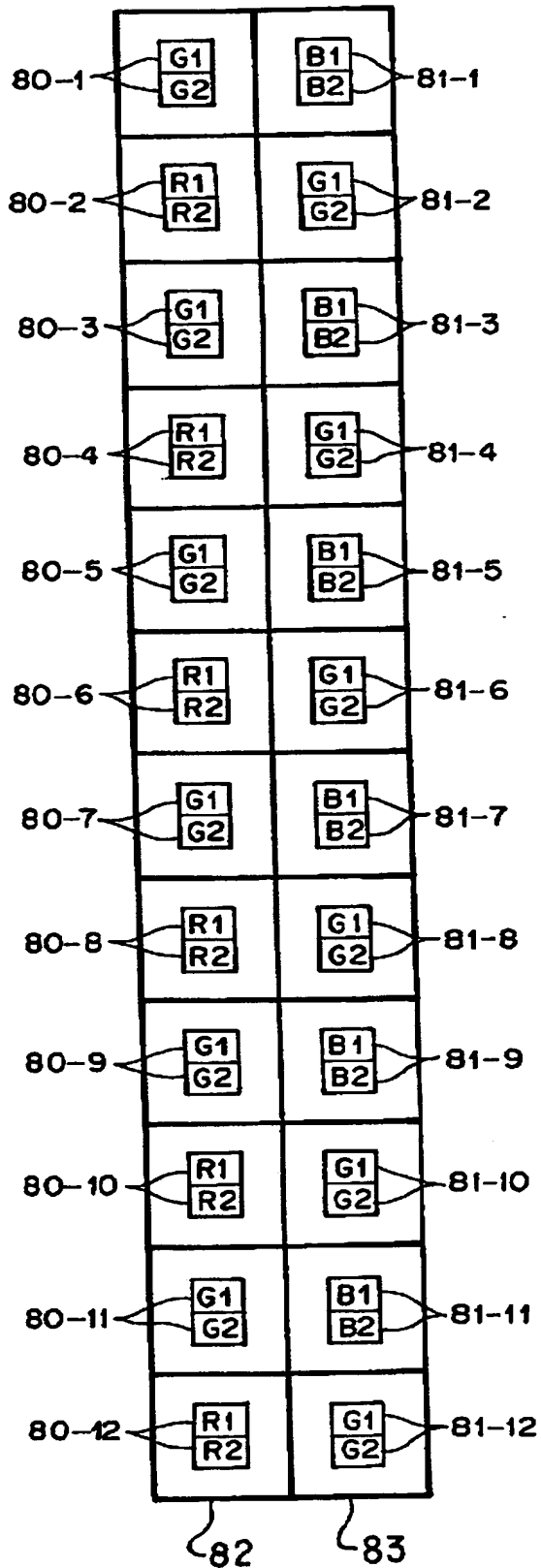
【図 1 8】



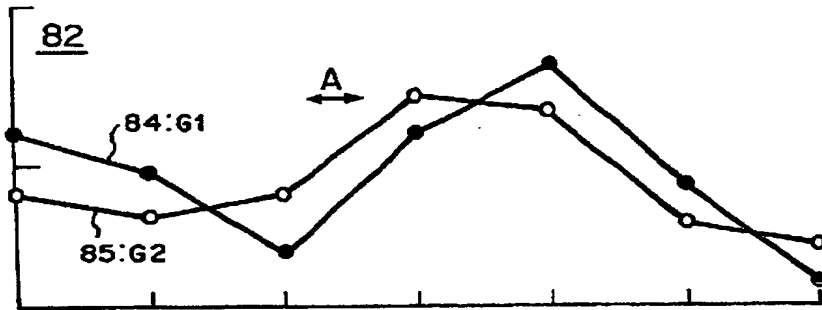
【図 19】



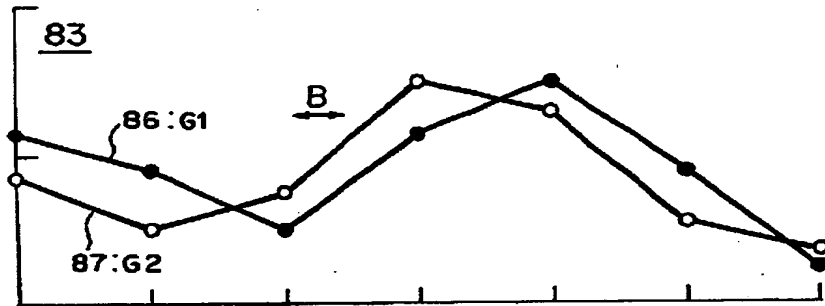
【図 2 0】



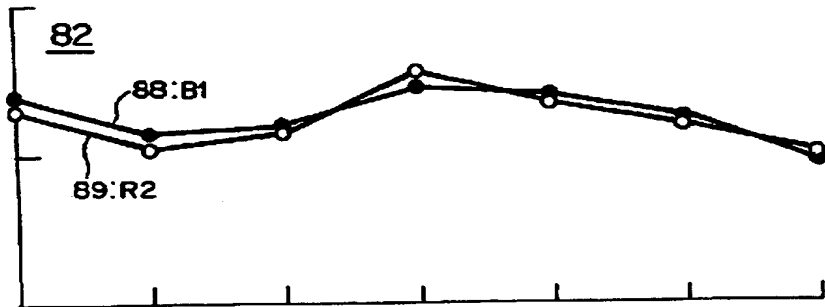
【図 2 1】



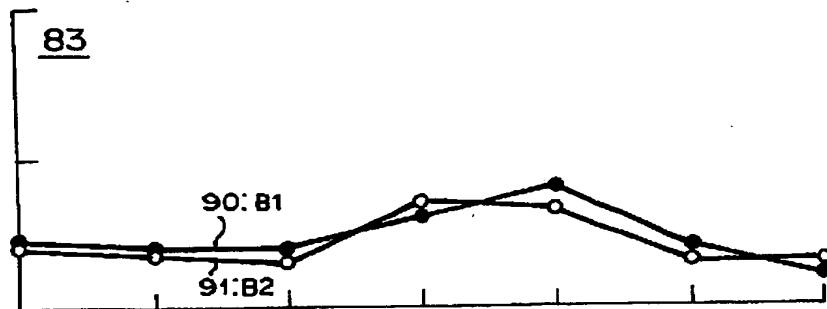
【図 2 2】



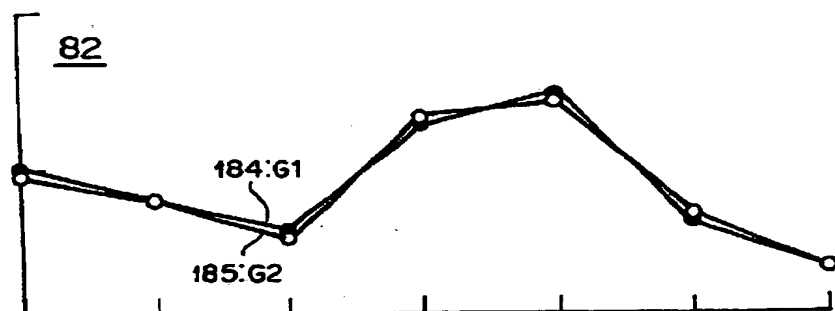
【図 2 3】



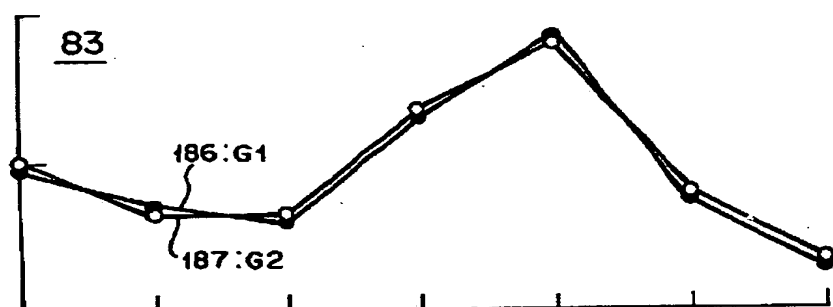
【図 2 4】



【図 2 5】



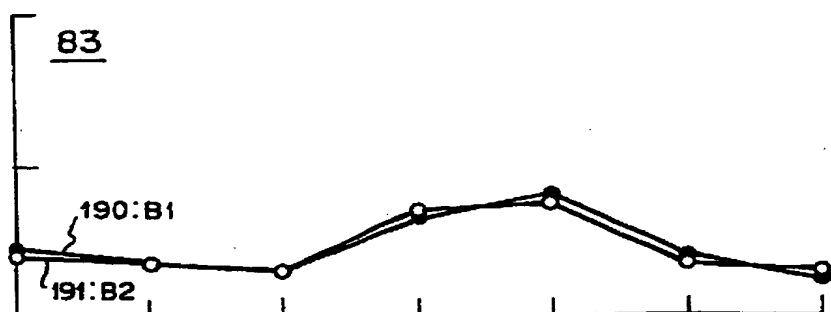
【図 2 6】



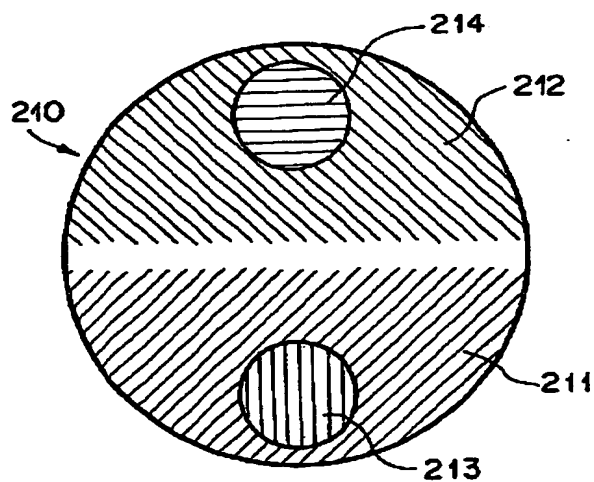
【図 2 7】



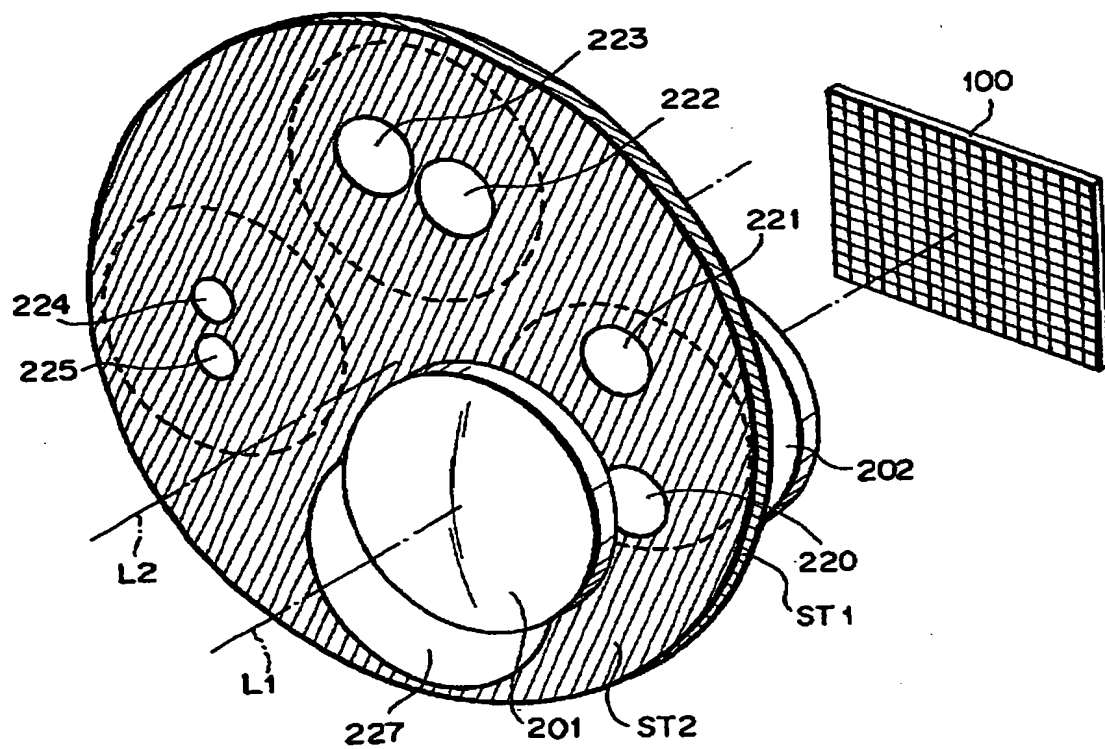
【図 2 8】



【図 29】

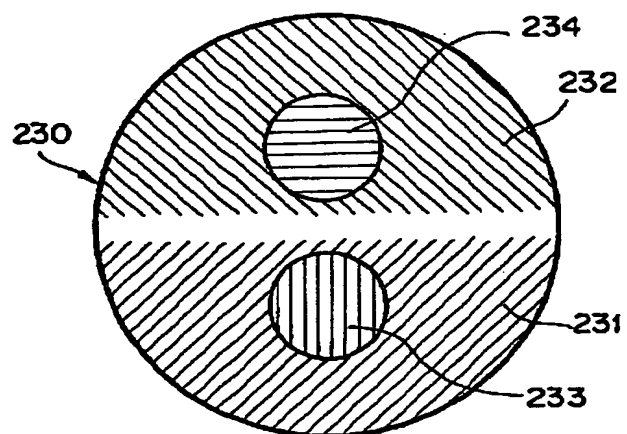


【図 30】

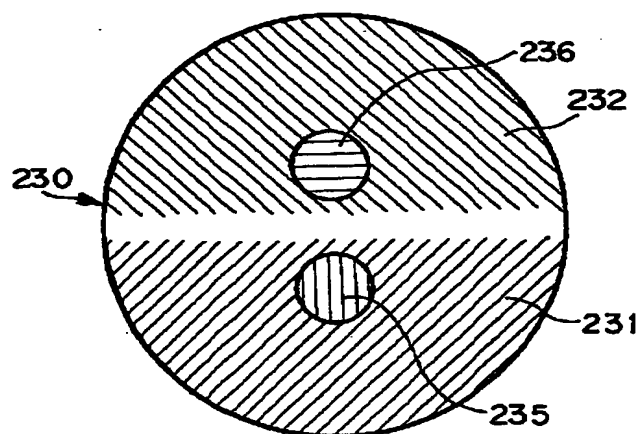




【図 3 1】



【図 3 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 撮像素子への入射光量が、絞りの開口面積におおよそ比例するように構成し、しかも、大デフォーカスを検知することが可能な、撮像装置組込型の位相差検出方式の焦点検出装置を提供することである。

【解決手段】 焦点検出装置において、結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記撮影レンズに設けられ、前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過させ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する演算手段とを備えたことを特徴とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名	キヤノン株式会社